



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**LUIZ AUGUSTO GRIMALDI SAMPAIO**

**HOMEOPATIA NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL EM *Ocimum gratissimum* L.**

**ILHÉUS – BAHIA**

**2019**

**LUIZ AUGUSTO GRIMALDI SAMPAIO**

**HOMEOPATIA NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL EM *Ocimum gratissimum* L.**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Área de concentração: Cultivos em Ambiente Tropical Úmido.

Orientadora: Profa. Dra. Larissa Correa do Bomfim Costa

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo Gross

**ILHÉUS – BAHIA**

**2019**

**LUIZ AUGUSTO GRIMALDI SAMPAIO**

**HOMEOPATIA NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL EM *Ocimum gratissimum* L.**

Ilhéus, Bahia, 25 / 02 / 2019

---

Dra. Larissa Correa do Bomfim Costa  
UESC (Orientadora)

---

Dra. Martielly Santana dos Santos  
UESC

---

Dra. Ariana Reis Messias Fernandes de Oliveira  
Instituto Federal Baiano (Campus Uruçuca)

---

Dr. Daniel Melo de Castro  
UFRB (Campus Cruz das Almas)

---

Dr. Ernane Ronie Martins  
UFMG

## **DEDICATÓRIA**

À minha família.

Dedico esse trabalho a vocês, com muito amor e gratidão.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me proporcionado mais esta experiência de conhecimento com saúde e determinação.

À minha esposa, Kátia Moema pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos.

Aos meus filhos, Maria Clara e Luiz Felipe pela confiança, compreensão nos momentos de ausência, pela ajuda na condução dos experimentos e vibração positiva em cada etapa dos trabalhos.

À minha orientadora, Profa. Larissa Costa, pelo estímulo e aceitação como orientado, dando segurança na condução projeto e me ajudando na compreensão e dissolução das dúvidas e obstáculos próprios dessa jornada.

Ao meu co-orientador, Prof. Eduardo Gros, pelo acolhimento, esclarecimento e direcionamento dos trabalhos nos momentos em que foi solicitado.

À professora Rosilene Oliveira que gentilmente proporcionou as análises cromatográficas no laboratório de análises químicas da UESC.

Aos colegas docentes da UESC que foram meus professores durante o curso me dando força e incentivo para seguir adiante.

Ao colega e professor Célio Kersul pelos vários momentos de incentivo à minha qualificação.

À colega docente Martielly dos Santos pelo grande apoio e ajuda nas leituras com o IRGA.

À colega docente Juliana Stracieri pela pelo apoio com as análises multivariadas

Aos colegas de curso, Viviane Barazetti, Pedro e Giovanna, Leonardo Oliveira pela grande ajuda nos momentos difíceis dos experimentos.

Ao Colega Jeandro pela ajuda com as primeiras leituras com o IRGA.

À secretária do curso, Caroline Tavares, pelos esclarecimentos e encaminhamento dos processos com dedicação e tranquilidade.

A UESC pela estrutura disponibilizada para realização dos experimentos, das análises em laboratórios.

Aos técnicos Gerson e Pablo pelo acompanhamento e auxílio em laboratório.

“Corri como um louco  
em busca da felicidade  
e trouxe apenas as mãos vazias,  
pendentes de ilusões

Caminhei, então, devagar,  
em busca do meu próprio destino  
e hoje trago as mãos cheias,  
carregadas de vida”

Ildegardo Rosa

## HOMEOPATIA NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL EM *Ocimum gratissimum* L.

### RESUMO

A homeopatia vegetal ou agrohomeopatia pode ser definida como a aplicação da ciência da homeopatia na agricultura. Embora os estudos dessa ciência no meio agrícola sejam incipientes, os medicamentos homeopáticos têm um potencial mais amplo do que apenas controlar doenças e pragas na produção agrícola. O equilíbrio entre as plantas e o ambiente possibilita um sistema de cultivo mais saudável para o homem com menor impacto ao ambiente. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de medicamentos homeopáticos *Arsenicum album* e *Sulphur* na germinação, crescimento e produção de óleos essenciais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). Foram avaliados também o efeito dos medicamentos *Carbo vegetalis* e *Silicea* em *O. gratissimum* submetida ao déficit hídrico. No primeiro experimento avaliou-se a influência de cinco dinamizações (6, 12, 18, 24 e 30CH) do *Arsenicum album* comparando com o controle, em quatro temperaturas (20, 25, 30 e 20-30°C) na presença e ausência da luz, sobre a germinação, IVG e TMG. O *Arsenicum album* potencializou a taxa de germinação de *O. gratissimum* a 20°C diminuindo o tempo médio de germinação. Foram testadas também três dinamizações (18, 24 e 30CH) de *A. album* e *Sulphur* separadamente avaliando crescimento, alocação de biomassa, produção e composição química do óleo essencial. *A. album* e *Sulphur* não promoveram alteração no crescimento, nem influenciaram na alocação de biomassa e atuaram no metabolismo aumentando o teor e rendimento do óleo essencial das folhas sem alteração da composição química. Para o segundo experimento (restrição hídrica) foram testados distintamente *Silicea* e *Carbo vegetalis* em quatro dinamizações (6, 12, 24 e 30CH) em plantas submetidas ao déficit hídrico e irrigadas, avaliando crescimento, alocação de biomassa, produção e composição química do óleo essencial nas duas condições hídricas. *Silicea* produziu efeito na AF, MSF, RMF, RAF e na diluição 6CH foi mais eficaz para a produção de óleo essencial em plantas submetidas ao déficit hídrico, enquanto que o *Carbo vegetalis* influenciou apenas o RMF e RMC e foi mais efetivo na produção do óleo essencial em plantas irrigadas constantemente. Os medicamentos homeopáticos testados apresentaram efeitos distintos sobre as variáveis analisadas, sugerindo a necessidade de estudos mais aprofundados de agrohomeopatia com esta e outras espécies cultivadas também.

Palavras-chave: Plantas medicinais. Altas diluições. Homeopatia vegetal.

# HOMEOPATHY IN GERMINATION, GROWTH AND ESSENTIAL OIL PRODUCTION IN *Ocimum gratissimum* L.

## ABSTRACT

Vegetable homeopathy can be defined as the application of the science of homeopathy in agriculture. Although studies of this science in agriculture are incipient, homeopathic medicines have wider potential than just controlling diseases and pests in agricultural production. The balance between plants and the environment enables a healthier cultivation system for the man with less impact on the environment. The objective of this study was to evaluate the effect of homeopathic medicinal Arsenicum album and Sulfur on the germination, growth, and production of essential oils of alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). The effects of *Carbo vegetabilis* and *Silicea* in *O. gratissimum* submitted to water deficit were also evaluated. In the first experiment, the influence of five dynamizations (6, 12, 18, 24 and 30CH) of the *Arsenicum album* was evaluated comparing with the control, in four temperatures (20, 25, 30 and 20-30°C) in the presence and absence of light, on germination, IVG, and TMG. The *Arsenicum album* potentiated the germination rate of *O. gratissimum* at 20 ° C, reducing the average germination time. Three replications (18, 24 and 30CH) of *A. album* and *Sulfur* were also tested separately for growth, biomass allocation, yield and chemical composition of the essential oil. *A. album* and *Sulfur* did not promote a change in growth, nor did they influence the biomass allocation and acted on the metabolism increasing the content and yield of the essential oil of the leaves without alteration of the chemical composition. For the second experiment (water restriction), *Silicea* and *Carbo vegetalis* were tested in four dynamizations (6, 12, 24 and 30CH) in plants submitted to water deficit and irrigated, evaluating growth, biomass allocation, production and chemical composition of essential oil in both water conditions. *Silicea* had an effect on AF, MSF, RMF, RAF and in the 6CH dilution it was more effective for the production of essential oil in plants submitted to water deficit, whereas *Carbo vegetalis* influenced only RMF and RMC and was more effective in oil production essential in constantly irrigated plants. The tested homeopathic remedies had different effects on the variables analyzed, suggesting the need for more in-depth studies of agrohomoopathy with this and other cultivated species as well.

Keywords: Medicinal plants. High dilutions. Plant homeopathy.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>A</i>	Taxa de fotossíntese líquida por unidade de área foliar
<i>E</i>	Taxa transpiratória foliar
<i>gs</i>	Condutância estomática ao vapor de água
<i>C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub></i>	Razão entre a concentração intercelular e ambiente de CO <sub>2</sub>
AF	Área foliar
DC	Diâmetro do caule
ALT	Altura de planta
MSC	Massa seca de caule
MSF	Massa seca de folha
MSR	Massa seca de raiz
MST	Massa seca total
MFE	Massa foliar específica
OMS	Organização Mundial de Saúde
RAF	Razão de área foliar
RMC	Razão massa de caule
RMF	Razão massa de folha
RMR	Razão massa de raiz

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VIII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Homeopatia</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Plantas medicinais</b>	<b>7</b>
2.2.1 Fatores abióticos e produção de metabólitos secundários	<b>8</b>
2.2.2 Família Lamiaceae e o gênero <i>Ocimum</i>	<b>10</b>
2.2.3 A espécie <i>Ocimum gratissimum</i>	<b>11</b>
2.2.4 Óleos essenciais	<b>12</b>
Referências	<b>14</b>
<b>3 HOMEOPATIA NA GERMINAÇÃO, PARTIÇÃO DE BIOMASSA E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Ocimum gratissimum</i> L.</b>	<b>20</b>
<b>Resumo</b>	<b>20</b>
<b>Abstract</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Introdução</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Material e métodos</b>	<b>23</b>
3.2.1 Preparo das soluções homeopáticas	<b>24</b>
3.2.2 Experimento I – Efeito sobre a germinação	<b>24</b>

3.2.3 Experimento II – Efeito sobre o crescimento, produção e composição química do óleo essencial	25
3.2.4 Análise estatística	27
<b>3.3 Resultados e discussão</b>	<b>27</b>
3.3.1 Experimento I – Efeito do <i>Arsenicum album</i> sobre a germinação de <i>Ocimum gratissimum</i>	27
3.3.2 Experimento II – Efeito sobre o crescimento, produção e composição química do óleo essencial	31
<b>3.4 Conclusão</b>	<b>39</b>
<b>Referências</b>	<b>40</b>
<b>4 HOMEOPATIA SOBRE <i>Ocimum gratissimum</i> L. SUBMETIDO À RESTRIÇÃO HÍDRICA: CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL</b>	<b>43</b>
<b>Resumo</b>	<b>43</b>
<b>Abstract</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Introdução</b>	<b>44</b>
<b>4.2 Material e métodos</b>	<b>46</b>
4.2.1 Material vegetal	46
4.2.2 Preparo das dinamizações e soluções homeopáticas	47
4.2.3 Restrição hídrica	47
4.2.4 Avaliação das torças gasosas	48
4.2.5 Aplicação da homeopatia	48
4.2.6 Crescimento	49

4.2.7 Produção e composição química do óleo essencial	49
4.2.8 Análise estatística	50
<b>4.3 Resultados e discussão</b>	<b>51</b>
4.3.1 Trocas gasosas	51
4.3.2 Crescimento	53
4.3.3 Teor, rendimento e composição química do óleo essencial	55
<b>4.4 Conclusão</b>	<b>66</b>
<b>Referências</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A homeopatia é uma palavra de origem grega que significa “doença semelhante” (homoios = similar, phatos = sofrimento, doença) e foi fundamentada no século XVIII pelo médico alemão Dr. Samuel Hahnemann inicialmente como terapêutica humana. Hahnemann proclamava que se as leis da natureza fossem verdadeiras, então podiam ser aplicadas a todos os seres vivos, fazendo referência ao uso da homeopatia como ciência para ser aplicada em qualquer organismo vivo, inclusive em plantas (TOLEDO; STANGARLIN; BONATO, 2011). Quase dois séculos depois foram relatados por Kolisko e Kolisko (1923), experimentos realizando centenas de ensaios em vegetais aplicando homeopatia a partir de 300 preparados feitos com sais minerais e plantas (ANDRADE; CASALI, 2011).

A ciência homeopática utilizando as substâncias dinamizadas vem sendo cada vez mais empregada na agricultura considerando os conceitos em que doenças e perturbações fisiológicas não são consideradas apenas como resultados de agentes patológicos e de fatores abióticos, mas uma consequência da perda da homeostasia do organismo (BONATO, 2007), que segundo Bonfim (2011), é uma indicação de perda da energia vital, que pode ser regulada pelos medicamentos homeopáticos de forma sistêmica proporcionando o equilíbrio.

Com amparo legal para utilização na agricultura brasileira a homeopatia começou a ganhar importância como resposta ao sistema convencional de produção agrícola, sendo utilizada também como alternativa para transição entre o sistema convencional e o orgânico para produção vegetal e animal (CARNEIRO; TEIXEIRA, 2018). Além disso, a homeopatia vegetal foi certificada como tecnologia social efetiva em 2004 pela UNESCO/Fundação Banco do Brasil por ser simples, de baixo custo e acessível a todos os agricultores sem promover dependência da unidade agrícola (ANDRADE; CASALI, 2011).

Com aumento na utilização e o respaldo legal a homeopatia aplicada em vegetais tem sido alvo de pesquisas para ser incorporada como tecnologia no manejo de plantas medicinais gerando conhecimento que determinem condições ideais de cultivo para produção em escala comercial (MARTINS et al., 2008). Nesse sentido, a busca por alternativas na produção orgânica tem sido almejada por vários produtores na tentativa de minimizar os resíduos de agroquímicos com menor impacto ambiental possível de maneira econômica e socialmente sustentável (TOLEDO; STANGARLIN; BONATO, 2015).

A homeopatia utilizada em sistemas orgânicos de produção é entendida como tecnologia destinada ao mercado inovador pela baixa dependência por insumos externos, propiciando a conservação de recursos naturais (ANDRADE; CASALI, 2011).

Segundo Capra et al., (2014), são incontáveis os benefícios da homeopatia aplicada aos cultivos de plantas proporcionando aumento da imunidade vegetal, sementes mais vigorosas e rendimento de princípios ativos com propriedades medicinais, adaptação a condições adversas, entre outros. Relatos demonstram a viabilidade do uso da homeopatia na agricultura com resultados significativos para o controle da pinta-preta em tomate causada pelo fungo *Alternaria solani* (TOLEDO; STANGARLIN; BONATO, 2015), incremento na altura e metabólitos secundários em *Menta arvensis* L. ((BONATO; DE PROENÇA; REIS, 2009) e aumento do crescimento radicular em *Eucalyptus urophylla* indicando viabilidade agrônômica no uso das dinamizações de *Phosphorus* e *Kali muriaticum* avaliadas (MORAES; CASALI; BARROS, 2018).

Pesquisas com a ciência homeopática aplicada à agricultura são implementadas em todo o mundo desde a década de 1920 e atualmente tecnologias de caráter emergentes e inovadores como compartimentos ambientais (ar, água e solo), são desenvolvidas com objetivo de estabelecer a saúde no meio rural promovendo o abandono de agrotóxicos e fertilizantes como fontes de contaminação e doenças (SANTOS et al., 2016).

Nesse sentido, os efeitos das preparações homeopáticas sobre plantas com impacto positivo tanto na agricultura quanto na preservação ambiental, remetam à reflexão sobre uso racional da homeopatia e a coexistência entre o avanço da produtividade agrícola e a preservação de áreas naturais cada vez mais escassas em nosso planeta, inspirando cientistas a propor e aplicar novas formas de agir no mundo (BONAMIN, 2018).

Assim, este estudo teve o objetivo de avaliar o efeito de diferentes dinamizações de medicamentos homeopáticos sobre aspectos da germinação, crescimento e produção de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Homeopatia

A ciência homeopática sistematizada pelo médico alemão Christian Friederich Samuel Hahnemann foi constituída na experimentação repetida de várias substâncias em pessoas saudáveis baseando-se em quatro pilares fundamentais: cura pelo semelhante, experiência no organismo sadio, doses mínimas e medicamento único (BELLAVITE, 2002) permitindo a utilização de substâncias venenosas, como princípio curativo, sem causar mal ao paciente (ROSSI, 2005).

Homeopatia é uma palavra grega que significa “doença semelhante” (ROSSI, 2005) e seguindo o princípio da similitude (*similia similibus curentur*), a substância que é capaz de provocar determinados sintomas em indivíduos sadios é igualmente capaz de curá-los quando em indivíduos doentes, desde que exista nesse organismo a capacidade de reação aos sintomas (homeostase), para reordenar a energia vital (BONFIM, 2011). Para a homeopatia doença é um desequilíbrio energético e não uma ação de vírus, bactérias ou outras causas (LATHOUD, 2010), Os medicamentos homeopáticos estimulam essa energia promovendo o reestabelecimento dos seres vivos pelo estímulo às defesas naturais do organismo (BONATO; SILVA, 2003).

Os medicamentos homeopáticos são preparados a partir de matéria prima dos diferentes reinos da natureza (mineral, vegetal e animal), bem como produtos de químicos, materiais biológicos (patológicos ou não) (BRASIL, 2011), utilizando diluições sucessivas e dinamizadas (BONFIM, 2011). Tomando como exemplo o 6CH (dinamização centesimal hahnemaniana), a dinamização do medicamento, indicada por número, representa a quantidade de vezes em que esse medicamento foi dinamizado (diluição + agitação mecânica vertical), enquanto que as letras

definem a escala de dinamização, se decimal, centesimal ou milesimal (ROSSI, 2005).

A história da homeopatia no Brasil remonta a 1840 quando o médico francês, discípulo do Dr. Hahnemann, Benoit Mure a introduziu como nova opção de tratamento. Mais de um século depois foi fundada a Associação Médica Homeopática Brasileira (AMHB) e em 1980 foi reconhecida como especialidade médica pelo Conselho Federal de Medicina. Como especialidade veterinária, foi reconhecida em 1995 pela Resolução nº 625/95 do Conselho Federal de Medicina Veterinária e Zootecnia (FILHO et al., 2015).

Os primeiros relatos sobre experimentações homeopáticas em plantas foram feitos na década de 1920 no Instituto de Biologia (Stuttgart, Alemanha) com Kolisko e Kolisko (1923) orientados por Rudolf Steiner que avaliaram em espécies vegetais cerca de 300 preparados homeopáticos a base de sais minerais e de plantas (ANDRADE; CASALI, 2011). Recentemente uma revisão realizada por Clausen; Van Wijk; Albrecht (2011), sobre pesquisas com homeopatia em vegetais registrou 830 experimentos empregando ultradiluições (UDs) homeopáticas (substâncias dinamizadas ou potencializadas), sendo que deste total, 201 experimentos foram realizados com plantas, dentre os quais 90% tiveram ao menos um resultado positivo demonstrado.

No Brasil as pesquisas em homeopatia vegetal foram iniciadas utilizando as plantas medicinais, por serem considerados vegetais sadios (*experientia in plantarum sano*) e pelo pouco ou inexistente trabalho de melhoramento genético à que foram submetidas (ROSSI et al., 2004).

Na agricultura brasileira a Instrução Normativa nº 7 de 17 de maio de 1999 regulamentou o manejo e controle de pragas e doenças nos vegetais utilizando homeopatia, e a Instrução Normativa nº 17 de 18 de junho de 2014 ampliou a regulamentação de utilização tratando das substâncias permitidas para utilização em sistemas orgânicos de produção animal e vegetal (CARNEIRO; TEIXEIRA, 2018).

Com esse amparo legal os agricultores foram credenciados a utilizar homeopatia nas propriedades agrícolas com objetivo de renunciar à utilização de



agrotóxicos e diminuir a dependência por insumos externos adotados na agricultura convencional, para transição ao sistema orgânico/ecológico de produção. Além disso, a homeopatia entendida como tecnologia propicia a conservação dos recursos naturais não deixando resíduos nos produtos nem no ambiente, com a utilização continuada dos preparados ultradiluídos favorecendo a sustentabilidade dos sistemas vivos (ANDRADE; CASALI, 2011).

Nas plantas, a homeopatia vegetal pode ser utilizada com eficiência em várias áreas da produção controlando doenças e pragas (BONATO; SILVA, 2003); na desintoxicação de plantas, estímulo à germinação de sementes (BRIZZI et al., 2000; ALMEIDA, 2002); no estímulo ao crescimento vegetal (SIQUEIRA; LENSÍ; SILVA, 2010) e produção de plantas (CARNEIRO; OLIVEIRA; FERREIRA, 2011). Segundo (BONAMIN, 2017), há relatos importantes em modelos vegetais sobre resultados de mecanismos fisiopatológicos envolvidos na resposta a agentes estressores com utilização de homeopatia.

Na pesquisa com a aplicação de medicamentos homeopáticos *Sulphur* e *Arsenicum album* sobre menta (*Mentha arvensis* L.) resultados apresentam incremento na altura das plantas e no teor de óleo essencial em todas as dinamizações utilizadas (6CH, 12CH, 24CH e 30CH) com os dois medicamentos (BONATO; DE PROENÇA; REIS, 2009; CARNEIRO; OLIVEIRA; FERREIRA, 2011).

Segundo Tichavský (2009), existe uma lista extensa de medicamentos homeopáticos com a patogenesia estabelecida e a escolha do medicamento deve estar condicionada aos indícios apresentados pelas plantas para produzir as respostas esperadas com sua aplicação.

*Arsenicum album*, *Sulphur*, *Carbo vegetabilis* e *Silicea* são exemplos de alguns medicamentos utilizados em pesquisas avaliando o uso da homeopatia sobre plantas.

O *Arsenicum album* foi avaliado em dinamizações mais baixas (6CH a 15CH) incrementando a germinação de sementes de algumas espécies como *Phaseolus vulgaris* e *Zea mays*, o número de inflorescências e a massa da planta (CASALI; ANDRADE; DUARTE, 2009). Agente terapêutico de grande esfera de ação, potência

e difusão o *Arsenicum album* é obtido por trituração do sal de arsênico (trióxido de arsênico -  $As_2O_3$ ) nas três primeiras dinamizações e mediante diluições para as demais. É o medicamento dos indivíduos enfraquecidos, cuja resistência vital está praticamente anulada (LATHOUD, 2010).

O *Carbo vegetabilis* ou carvão vegetal é obtido pela calcinação da madeira em vasos cobertos até que não elimine mais fumaça. Assim como no anterior, a preparação desse medicamento é feita por trituração nas três primeiras dinamizações. É utilizado em indivíduos de debilidade profunda, fracos e delicados (LATHOUD, 2010). Indicado para aplicação em plantas que passaram por estresse hídrico ou por ataque de insetos desfoliadores, mudanças de temperatura, queda de folhas e morte de gemas (CASALI; ANDRADE; DUARTE, 2009).

O medicamento homeopático *Silicea* é produzido a partir da dinamização do silício (LATHOUD, 2010), elemento químico que está presente em grande quantidade na crosta terrestre, principal constituinte das rochas e dos solos (CAMARGO, 2016). É um mineral (YAVAŞ; ÜNAY, 2017) responsável pelo ajustamento do potencial hídrico com incremento na produção (CAMARGO, 2016), indução de tolerância à desidratação nos tecidos, melhorando o processo fotossintético (AHMED et al., 2013).

O *Silicea* é indicado para utilização em plantas cuja assimilação de nutrientes está deficiente com aparência de fraca, apresentando raquitismo (CASALI; ANDRADE; DUARTE, 2009), para estimular o processo homeodinâmico (ROSSI et al., 2006; BELLAVITE et al., 2013) nos casos em que a planta foi submetida ao estresse hídrico (CASALI; ANDRADE; DUARTE, 2009). Segundo a Matéria Médica Homeopática (LATHOUD, 2010), em humanos, *Silicea* age nos processos de assimilação pelos diversos tecidos, nas trocas nutritivas, parada do desenvolvimento e falta de vitalidade para resistir às influências externas. Por analogia, pelo processo da similitude, o medicamento se assemelha aos sintomas expressos pelas plantas quando submetidas ao estresse hídrico.

O *Sulphur* ou enxofre é um elemento da família dos metaloides, bastante disseminado na natureza, encontrado próximo de alguns vulcões. Age na nutrição geral, provocando assimilação defeituosa e relaxamento das fibras (LATHOUD,

2010). É indicado para aplicação em plantas com fotossíntese deficiente, folhas ressecadas com clorose e crescimento lento, seja por solo com baixa fertilidade ou por intoxicação com agrotóxico (CASALI; ANDRADE; DUARTE, 2009).

A utilização de homeopatia em vegetais proporciona inúmeros benefícios aumentando a imunidade das plantas, melhorando vigor nas sementes, variação na produção, rendimento de princípios ativos, entre outros (ANDRADE; CASALI; CECON, 2012). Dentre os vegetais, as plantas medicinais se constituem em excelente fonte de experimentos com preparados homeopáticos por apresentarem respostas sinalizadas no metabolismo secundário o qual está diretamente relacionado à defesa e às interações ambientais (CAPRA et al., 2014), sendo úteis à pesquisa básica para confirmação da ação dos medicamentos homeopáticos no mecanismo de defesa (ANDRADE; CASALI, 2011).

## **2.2 Plantas medicinais**

A utilização de plantas para o tratamento de enfermidades é tão antiga quanto a espécie humana, formou a base da terapêutica através dos séculos e na atualidade representa, muitas vezes, o único recurso terapêutico de várias comunidades e grupos étnicos (MACIEL; PINTO; VEIGA JR., 2002; MARCHESE et al., 2009). Mesmo com o avanço da medicina na utilização de medicamentos sintéticos, a população respeita as suas tradições (MARCHESE et al., 2009) e segundo a Organização Mundial de Saúde – (OMS) 80% da população dos países em desenvolvimento dependem das práticas tradicionais de medicina sendo que destes, 85% utilizam plantas ou seus preparados (BRASIL, 2016).

No Brasil a população mais carente faz uso de plantas medicinais, que podem ser encontradas para comercialização em feiras livres ou cultivadas em hortas residenciais despertando o interesse de pesquisadores de áreas multidisciplinares que agregam conhecimentos sobre essa inesgotável fonte medicinal (MACIEL; PINTO; VEIGA JR, 2002).

As plantas medicinais vêm ganhando destaque no mercado nacional e internacional pelas suas propriedades farmacológicas com finalidade medicamentosa, sendo utilizadas como matéria prima para as indústrias de cosméticos, farmacêutica, alimentícia e de perfumaria, normalmente, comercializada na forma de extrato seco derivado de drogas vegetais (indústria de fitoterápicos) ou beneficiada, representando o início de uma grande cadeia na indústria farmacêutica, estando sujeita a um rigoroso controle de qualidade por influenciar diretamente na segurança e eficácia do produto final (CASTRO; ALBIERO, 2016).

A qualidade das matérias primas utilizadas nessas indústrias pode sofrer variação por vários fatores, entre eles os fatores ambientais que interferem diretamente na quantidade e qualidade de princípios ativos produzidos pelas plantas (FILHO; ENCARNAÇÃO; OLIVEIRA, 2006; GOBBO-NETO; LOPES, 2007; VERMA; SHUKLA, 2015).

As plantas interagem com o ambiente para sua sobrevivência e tanto os fatores ambientais (VERMA; SHUKLA, 2015) quanto as práticas agrônômicas têm influências relacionadas com a produção de metabólitos secundários (CHAVES, 2001). Os fatores bióticos têm destaque pela utilização dos metabólitos secundários para autodefesa contra os patógenos predadores e atração de polinizadores (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Os fatores abióticos estão presentes em todo o processo de crescimento das plantas interagindo diretamente sobre elas, por isso, fatores como água, luz, temperatura, o solo e seus elementos químicos, são preponderantes para o desenvolvimento e sobrevivência da planta, podendo tais fatores causar estresse tanto pelo excesso quanto pela carência (CHAVES, 2001; VERMA; SHUKLA, 2015).

### 2.2.1 Fatores abióticos e produção de metabólitos secundários

Alterações nas proporções relativas de metabólitos secundários ocorrem em diferentes níveis podendo sofrer modificações pelas interações de processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e evolutivos, representando uma interface química entre as plantas e as variações ambientais circundante (GOBBO-NETO; LOPES, 2007)

A produção de metabólitos secundários está muito relacionada aos fatores abióticos que as plantas são submetidas (SHARAFZADEH, 2012) entre eles as variações na disponibilidade hídrica, muitas vezes acarretando injúrias e diminuição da produtividade pela condição de estresse por excesso ou pela falta deste recurso (TAIZ; ZEIGER, 2013). Com o aquecimento global provocado pelo efeito estufa, previsões sinalizam para o aumento no aquecimento global para as próximas décadas com períodos de secas mais recorrentes (BIANCHI; GERMINO; SILVA, 2016).

O déficit hídrico é um fator ambiental que provoca menor potencial osmótico, reduzindo o fluxo de água e a pressão de turgescência celular, necessárias para manter a estrutura das plantas na promoção do crescimento e rendimento das culturas, podendo ainda alterar os níveis de óleo essencial e seus constituintes nas culturas aromáticas (ADE-ADEMILUA et al., 2013).

Segundo Marques; Bernardi Filho; Santos (2009), o rendimento de óleo essencial é função do seu teor no tecido e da produção de material vegetal, que em ambientes submetidos ao déficit hídrico diminuem o rendimento de massa fresca da parte aérea nas plantas com diminuição na produção de princípios ativos.

Na tentativa de atenuar os efeitos causados pelo déficit hídrico na produção vegetal, o aparato tecnológico é colocado à disposição dos produtores no sentido de prover a necessidade de água das plantas, aumentando as demandas por este recurso cada vez mais escasso. Segundo Bianchi; Germino; Silva (2016), é essencial que sejam desenvolvidas tecnologias que auxiliem as plantas a tolerar períodos prolongados de estiagem, bem como a geração de cultivares mais resistentes à seca para a manutenção dos níveis produtivos no Brasil e no mundo.

Neste cenário, adotando os princípios da homeopatia o agricultor tem oportunidade de trabalhar a agroecologia e o desenvolvimento sustentável fazendo a terra produzir cuidando dos agrossistemas, administrando e acompanhando os tratamentos dos solos, das águas e dos animais, tendo conhecimento dos princípios e leis que regem o equilíbrio dos organismos vivos com consciência, respeito e ética no agir, permitindo a recuperação do equilíbrio e estimulando a defesa e a

adaptação dos organismos vivos de forma natural como se fosse intrínseca (ANDRADE; CASALI, 2011).

Nesse sentido, as pesquisas para o conhecimento do comportamento das espécies em relação às características climáticas das regiões de plantio é fundamental para a condução das culturas e desenvolvimento da química de produtos naturais de plantas (YUNES; PEDROSA; CECHINEL FILHO, 2001), sendo necessário assegurar a qualidade das matérias primas, pois a falta de características ideais nos insumos utilizados no processamento industrial pode gerar casos de desvio da qualidade no produto final (CASTRO; ALBIERO, 2016).

Dentre as várias famílias botânicas que são estudadas para produção de drogas vegetais, a Lamiaceae destaca-se com a espécie *Ocimum gratissimum* pelas qualidades medicinais, alimentícias e cosméticas do óleo essencial produzido.

## 2.2.2 Família Lamiaceae e o gênero *Ocimum*

A família Lamiaceae é composta por diversas espécies de plantas com interesse econômico e medicinal sendo representada por 258 gêneros e 7.193 espécies com ocorrência no Brasil de cerca de 23 gêneros e 232 espécies nativas (TRINDADE et al., 2016). Com ampla distribuição no mundo, ocorre principalmente nas regiões tropicais e subtropicais da Ásia, África, América Central e do Sul, sendo o continente africano o detentor do principal centro de diversidade dessa família botânica (SANTOS, 2013). Apresenta diversas características morfológicas, como erva, arbusto ou árvore (TRINDADE et al., 2016).

Na família Lamiaceae, o gênero *Ocimum* L. se destaca compreendendo aproximadamente 60 espécies, conhecidas popularmente como alfavaca e/ou manjerição, ricas em óleos essenciais que apresentam um elevado valor agregado nos mercados nacionais e internacionais, devido aos componentes majoritários presentes neste óleo, com destaque para o eugenol e linalol (SANTOS, 2013). Segundo Fernandes et al. (2013), as espécies pertencentes a esse gênero

metabolizam óleos essenciais utilizados em fármacos, fragrâncias e cosméticos cujo o componente majoritário em *Ocimum gratissimum* é o eugenol. Entretanto, um alto grau de polimorfismo está presente no gênero *Ocimum*, determinando um grande número de subespécies produzindo óleos essenciais com composição química variável e conseqüente variação no potencial medicinal (PANDEY; SINGH; TRIPATHI, 2014).

### 2.2.3 A espécie *Ocimum gratissimum*

O *Ocimum gratissimum* L. é originário da Ásia e África Ocidental (PRABHU et al., 2009) ocorre também na América do Sul é subespontâneo no Brasil não endêmico na Mata Atlântica da Bahia onde é popularmente conhecido como alfavaca, alfavaca-cravo ou alfavacão. É um subarbusto aromático que se adapta muito bem às regiões quentes de clima tropical e subtropical próprios de sua origem e que foi introduzido no Brasil pela colônia italiana para utilização como tempero nos alimentos (FRANCO et al., 2007).

É uma planta medicinal aromática pertencente à família Lamiaceae (MATASYOH et al., 2013), gênero *Ocimum* rica em óleo essencial a planta mede até 1,9 m de altura com hastes ramificadas, folhas de formato ovalado-lanceolado de bordas dentadas com aproximadamente 4 a 8 cm de comprimento. As flores são pequenas e dispostas em racemos paniculados com cálice medindo até 5 mm de comprimento, branco-esverdeado a amarelo-esverdeado (PRABHU et al., 2009).

As sementes são numerosas e pequenas medindo de 1 a 3 mm, geralmente fotoblásticas positivas com temperatura de germinação variando entre 20°C a 30°C (GAVIRIA et al., 2016) com aproximadamente 60% de percentual de germinação (MARTINS, 2006) que é caracterizada por processos naturais complexos bastante dependentes de fatores ambientais e reguladores vegetais (MARTINS et al., 2008).

Em campo é facilmente identificada pelo seu odor que lembra o cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), pois contém óleo essencial rico em eugenol (BORGES

et al., 2012) e muito empregado na indústria de fármacos e cosméticos (CHAVES, 2001).

A espécie é muito utilizada na medicina tradicional brasileira pelas diversas atividades terapêuticas quando usada como infuso das folhas (GONTIJO; FIETTO; LEITE, 2014), no tratamento de epilepsia, diarreia, febre e doenças mentais (PRABHU et al., 2009).

Devido a sua adaptação às condições tropicais o *O. gratissimum* representa um recurso vegetal de valor medicinal passível de exploração sustentável e de comercialização (FEIJÓ et al., 2013).

O *Ocimum gratissimum* é uma planta herbácea perene tolerante à seca (ADE-ADEMILUA et al., 2013). Entender os mecanismos que as plantas utilizam para adaptação ao déficit hídrico é fundamental não só para resolução de problemas agrônômicos, mas de ordem econômica também (BIANCHI; GERMINO; SILVA, 2016). O déficit hídrico nas plantas medicinais e aromáticas pode alterar os níveis de óleo essencial e seus componentes (ADE-ADEMILUA et al., 2013), acarretando consequências na produção.

O manejo inadequado e a falta de padronização durante o cultivo, colheita, secagem e armazenamento influenciam diretamente no rendimento de óleo essencial do *Ocimum gratissimum* L. Outro fator de influência é o regime hídrico e a disponibilidade térmica em que a alfavaca-cravo se desenvolve, interferindo em todo o processo vital da planta (FILHO; ENCARNAÇÃO; OLIVEIRA, 2006).

#### 2.2.4 Óleos essenciais

Óleos essenciais são substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas que SHIRWAIKAR, A. apresentam odor agradável e marcante, extraídos das partes vegetais (flores, brotos, caules, folhas, frutos, sementes e raízes) pelos



métodos arraste à vapor d' água, hidrodestilação, enfleurage, extração por CO<sub>2</sub> supercrítico e por solventes orgânicos apolares (MORAIS, 2009).

São metabólitos secundários de composição química complexa e variável de acordo com a parte da planta, que garantem aos vegetais vantagens adaptativas no ambiente em que estão inseridas, além de conferir odor característico (MIRANDA et al., 2016). Seus componentes químicos são principalmente derivados de monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides cuja função principal é a proteção contra vírus, bactérias, fungos, atuando ainda como atrativo ou repelente de outros organismos (ALCANTARA et al., 2018).

A caracterização do óleo essencial das espécies apresenta variações na composição química com base nos componentes dominantes que podem ser divididos em quimiotipos como eugenol, timol e geraniol, entre outros (VIEIRA et al., 2001) podendo essa diversidade de quimiotipos ser atribuída à fatores ambientais, período de colheita, técnica de extração e de fatores genéticos (LIMA; CARDOSO, 2007). Considerando apenas o efeito de horário de colheita verificou-se uma variação de mais de 80% na concentração de eugenol em *Ocimum gratissimum*, seu principal componente (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). A quantidade e a composição química do óleo essencial das plantas medicinais podem variar em função do estágio de desenvolvimento da planta, dos tratos culturais adotados, das condições de cultivo e do próprio ambiente (MORAIS, 2009).

Um elevado grau de polimorfismo apresentado no gênero *Ocimum* determina um grande número de subespécies produzindo óleos essenciais de variadas composições químicas, possuindo propriedades biológicas de interesse para a indústria (PANDEY; SINGH; TRIPATHI, 2014). Os óleos essenciais são misturas naturais muito complexas caracterizadas por dois ou três componentes principais em concentrações mais altas (20 – 70%) quando comparados a outros componentes. São compostos predominantemente por hidrocarbonetos terpenicos e terpenóides (KOUL; WALIA; DHALIWAL, 2008).

Segundo Vieira et al. (2001), a família Lamiaceae é rica em flavonoides de muitas estruturas diferentes e os óleos essenciais de *Ocimum gratissimum* podem ser divididos em três grandes grupos diferenciados pelo teor do componente

majoritário predominante, sendo um grupo baseado no conteúdo de eugenol, outro grupo com teor rico em timol e um terceiro grupo baseado no alto teor de geraniol.

Pesquisas realizadas com óleo essencial de *O. gratissimum* têm apresentado bioatividade sobre organismos de elevada patogenicidade (MARTINS et al., 2008) que relevaram ação de comprovada eficácia contra *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Botryosphaeria rhodina* (MATASYOH et al., 2013) e como antioxidante (LIMA; CARDOSO, 2007), sendo sua atividade atribuída ao eugenol, componente majoritário no óleo essencial. De acordo com André et al. (2018), o óleo essencial de *O. gratissimum* com eugenol como componente majoritário pode ser utilizado eficientemente no tratamento de *Haemonchus contortus*, parasita gastrointestinal encontrado em pequenos ruminantes.

Pelo exposto, percebe-se que as plantas medicinais, em especial o *Ocimum gratissimum*, apresenta muitas variações para ser produzido em escala como droga vegetal, principalmente nas questões inerentes aos fatores ambientais e agrônômicos, os quais necessitam de ampliação nos estudos para produção como matéria prima de fármacos e cosméticos com qualidade, segurança e eficácia necessárias sem resíduos de agroquímicos.

## Referências

ADE- ADEMILUA, E. O.; OBI, H. O.; CRAKER, L.E. Growth and essential oil of African basil, *Ocimum gratissimum*, under light and water stress recommended citation. **Journal of Medicinally Active Plants**, v. 1, n. 4, p. 143 – 149, 2013.

AHMED, M.; KAMRAM, A.; ASIF, M.; QADEER, U.; AHMED, Z. I.; GOYAL, A. Silicon priming: A potential source to impact abiotic stress tolerance in wheat: A review. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, n. 4, p. 484 – 491, 2013.

ALCANTARA, F. D. de O.; SILVA, T. I. da; MACIEL, T. C. M.; MARCO, C. A.; SILVA, F. B. da. Teor e fitoquímica de óleo essencial de manjeriço em diferentes horários de colheita. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 4, p. 1 – 6, 2018.

ALMEIDA, M. A. Z. **RESPOSTAS DO MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) À APLICAÇÃO DE PREPARAÇÕES HOMEOPÁTICAS**. Tese. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2002.

ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D.; CECON, P. R. C. Crescimento e produção de cumarina em plantas de chambá (*Justicia pectoralis* Jacq.) tratadas com isoterápico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. especial, p. 154 – 158, 2012.

ANDRADE, F. M. C. de A.; CASALI, V. D. C. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 49–56, 2011.

ANDRÉ, W. P. P.; RIBEIRO, W. L. C.; OLIVEIRA, L. M. B. de; MACEDO, I. T. F.; RONDON, F. C. M.; BEVILAQUA, C. M. L. essential oils and their bioactive compounds in the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 46, n. 1, p. 1–14, 2018.

BELLAVITE, P. **Medicina biodinâmica: A força vital, suas patologias e suas terapias**. 2002

BELLAVITE, P.; OLIOSO, D.; MARZOTTO, M.; MORATTI, E.; CONFORTI, A. A dynamic network model of the similia principle. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 21, p. 750–761, 2013.

BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. D. A. Adaptação das Plantas ao Déficit Hídrico. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 4, p. 15–32, 2016.

BONAMIN, L. V. A solidez da pesquisa básica em homeopatia. **Revista de Homeopatia**, v. 80, n. 1 - 2, p. 89–97, 2017.

BONAMIN, L. V. Basic research on high dilutions and possible applications in many fields of knowledge. **International Journal of High Dilution Research**, v. 17, n. 3 – 4, p. 1, 2018.

BONATO, C. M. Homeopatia em Modelos Vegetais. **Cultura Homeopática**, n. 21, p. 24–28, 2007.

BONATO, C. M.; DE PROENÇA, G. T.; REIS, B. Homeopathic drugs *Arsenicum album* and *Sulphur* affect the growth and essential oil content in mint (*Mentha arvensis* L.). **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 101–105, 2009.

BONATO, C. M.; SILVA, E. P. Effect of the homeopathic solution Sulphur on the growth and productivity of radish. **Acta Scientiarum. Agronomy Maringá**, v. 25, n. 2, p. 259–263, 2003.

BONFIM, F. P. G. **ALTAS DILUIÇÕES EM VEGETAIS SUBMETIDOS A ESTRESSE: POR ALUMÍNIO, SALINO E HÍDRICO**. Tese. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2011.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; CARDOSO, M.G.; ALVES, J. A.; LUCENA, E. M. P. Determinação de óleos essenciais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 4, p. 656–665, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA

SANITÁRIA. **Farmacopeia Homeopática Brasileira 3ª edição**. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INSUMOS ESTRATÉGICOS. DEPARTAMENTO DE ASSISTÊNCIA FARMACÊUTICA. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos/** Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BRIZZI, M.; NANI, D.; PERUZZI, M.; BETTI, L. Statistical analysis of the effect of high dilutions of arsenic in a large dataset from a wheat germination model. **British Homeopathic Journal**, v. 89, p. 63–67, 2000.

CAMARGO, M. S. Efeito do silício na tolerância das plantas aos estresses bióticos e abióticos. **International Plant Nutrition Institute**, n. 155, p. 1–9, 20 dez. 2016.

CAPRA, R. S.; GRATÃO, A. S.; FREITAS, G. B.; LEITE, M. N. Preparados homeopáticos e ambiente de cultivo na produção e rendimento de quercetina em carqueja [*Baccharis trimera* (Less) DC.]. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3, p. 566–573, 2014.

CARNEIRO, S. M. T. P. G.; OLIVEIRA, B. G.; FERREIRA, I. F. Efeito de medicamentos homeopáticos, isoterápicos e substâncias em altas diluições em plantas: revisão bibliográfica. **Revista de Homeopatia**, v. 74, n. 1/2, p. 9–32, 2011.

CARNEIRO, S. M. T. P. G.; TEIXEIRA, M. Z. Homeopatia e controle de doenças de plantas e seus patógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 3, p. 250–262, 2018.

CASALI, V. W. D.; ANDRADE, F. M. C.; DUARTE, E. S. M. **Acologia de Altas Diluições**. Viçosa: Departamento de Fitotecnia, UFV, 2009.

CASTRO, R. A.; ALBIERO, A. L. M. O mercado de matérias primas para indústria de fitoterápicos the raw material market for phytotherapy industry. **Revista Fitos**, v. 10, n. 1, p. 1–93, 2016.

CHAVES, F. C. M. **PRODUÇÃO DE BIOMASSA, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE ALFAVACA-CRAVO (*Ocimum gratissimum* L.) EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ÉPOCAS DE CORTE**. FRANCISCO. Tese. UNESP - Botucatu, 2001.

CLAUSEN, J.; VAN WIJK, R.; ALBRECHT, H. Review of the use of high potencies in basic research on homeopathy. **Homeopathy**, v. 100, p. 288–292, 2011.

FEIJÓ, E. V. R. S.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, L. R.; SILVA, L. A. M.; COSTA, L. C. B. Levantamento preliminar sobre plantas medicinais utilizadas no bairro Salobrinho no município de Ilhéus, Bahia. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 15, n. 4, p. 595–604, 2013.

FERNANDES, V. F. et al. Light intensity on growth, leaf micromorphology and essential oil production of *Ocimum gratissimum*. **Brazilian Journal of**

**Pharmacognosy**, v. 23, n. 3, p. 419–424, 2013.

FILHO, C.; ENCARNAÇÃO, L. O.; OLIVEIRA, C. R. F.; Influência hídrica e térmica no crescimento e desenvolvimento de *Ocimum gratissimum* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 2, p. 8–13, 2006.

FILHO, L. C. C. DA C.; . Homeopatia Aplicada À Reprodução Animal. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 17, n. 1, 2015.

FRANCO, A. L. P.; OLIVEIRA, T. B.; FERRI, P. H.; BARA, M. T. F.; PAULA, J. R. Avaliação da composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook) Tronc. (alfazema), *Ocimum gratissimum* L. (alfavaca-cravo) e *Curcuma longa* L. (açafrão). **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. IV, n. 2, p. 208–220, 2007.

GAVIRIA, L. A.; VARGAS, D. F. C.; OROZCO, M. S. S.; CORREA, C. R. B. Calidad fisiológica de semillas de variedades de *Ocimum* producidas bajo condiciones del Valle del Cauca, Colombia. **Acta Agronomica**, v. 65, n. 1, p. 38–43, 2016.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. PLANTAS MEDICINAIS: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374–381, 2007.

GONTIJO, D. C.; FIETTO, L. C.; LEITE, J. P. V. Avaliação fitoquímica e atividade antioxidante, antimutagênica e toxicológica do extrato aquoso das folhas de *Ocimum gratissimum* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 4, p. 874–880, 2014.

KOUL, O.; WALIA, S.; DHALIWAL, G. S. Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. **Biopesticides International**, v. 4, n. 1, p. 63–84, 2008.

LATHOUD, J. A. **Estudos de Matéria Médica Homeopática**. 3ª ed. São Paulo: Organon, 2010.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G. Família Lamiaceae: Importantes Óleos Essenciais com Ação Biológica e Antioxidante. **Revista Fitos**, v. 3, n. 3, p. 14–24, 2007.

MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA JR., V. F. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 429–438, 2002.

MARCHESE, J. A.; MING, L. C.; FRANCESCHI, L. de; CAMOCHENA, R. C.; GOMES, G. D. R; PALADINI, M. V.; CAPALIN, D.; MARCHESE, C. F. Medicinal plants used by “Passo da Ilha” rural community in the city of Pato Branco, southern Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 81, n. 4, p. 691–700, 2009.

MARQUES, P. A. A.; BERNARDI FILHO, L.; SANTOS, A. C. P. Crescimento, produção de óleo essencial e trocas gasosas em orégano influenciados por diferentes lâminas de irrigação. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1888 – 1892, 2009.

MARTINS, J. R. **ASPECTOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E INFLUÊNCIA**

**DA LUZ NO DESENVOLVIMENTO, ANATOMIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL EM *Ocimum gratissimum* L.** Tese.UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 2006.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA, A. P. O. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 4, p. 102–106, 2008.

MATASYOH, L. G.; MATASYOH, J. C.; WACHIRA, F. N.; KINYUA, M. G.; MUIGAI, A. W. T.; MUKIAMA, T. K. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in Eastern Kenya. **African Journal of Botany**, v. 1, n. 4, p. 50–054, 2013.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. das G.; BATISTA L. R.; RODRIGUES, L. M. A.; FIGUEIREDI, A. C. da S. Essential oils from leaves of various species: antioxidant and antibacterial properties on growth in pathogenic species. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 1, p. 213–220, 2016.

MORAES, L. C. C. A. V; CASALI, V. W. D.; BARROS, J. N. G. Increase in growth of eucalyptus seedlings with application of homeopathic preparations. **International Journal of High Dilution Research**, v. 17, n. 3–4, p. 58–62, 2018.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 4050–4063, 2009.

PANDEY, A. K.; SINGH, P.; TRIPATHI, N. N. Chemistry and bioactivities of essential oils of some *Ocimum* species: an overview. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 4, n. 9, p. 682–694, 2014.

PRABHU, K. S.; LOBO, R.; SHIRWAIKAR, A. A.; SHIRWAIKAR, A. *Ocimum gratissimum*: A Review of its Chemical, Pharmacological and Ethnomedicinal Properties. **The Open Complementary Medicine Journal**, v. 1, n. 1, p. 1–15, 2009.

ROSSI, F. et al. Experiências básicas de homeopatia em vegetais. **Cultura Homeopática**, v. 3, n. 7, p. 12–13, 2004.

ROSSI, F. **Aplicação de preparados homeopáticos em morango e alface visando o cultivo com base agroecológica.** UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – ESALQ, Piracicaba, 2005.

ROSSI, F.; MELO, P. C. T.; AMBROSANO, E. J.; GUIRAÃO, N.; SCHAMINASS, E. A. Aplicação do medicamento homeopático *Carbo vegetabilis* e desenvolvimento das mudas de alface. **International Journal of High Dilution Research**, v. 5, n. 17, p. 3–6, 2006.

SANTOS, M. G. dos; GONÇALVES JR, A. C.; BRIESCH JR, D. L.; SCHWANTES, D.; CAMPAGNOLO, M. A.; COELHO, G. F.; PARIZOTTO, A. A.; ZIMMERMANN J.; TOLEDO, M. V. de. Use of homeopathic medicines for remediation of contaminated soil by toxic metals. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 5, p. 26–45, 2016.

SANTOS, M. S. dos. **EFEITOS DO DÉFICIT HÍDRICO NO CRESCIMENTO, MORFOANATOMIA, ULTRAESTRUTURA FOLIAR E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum africanum* Lour. (LAMAICEAE)**. Tese. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ, 2013.

SHARAFZADEH, S. Growth and Secondary Metabolites of Basil , Mint and Thyme As. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, v. 3, n. 1, p. 43–49, 2012.

SIQUEIRA, T.; LENS, M.; SILVA, G. Estudo piloto da influência de *Natrum muriaticum* 6cH e 30cH numa cultura padronizada de *Phaseolus vulgaris* L. v. 73, n. 30, p. 68–76, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ª ed. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TICHAUSKÝ, R. **Homeopatía para las plantas**. Monterrey, Mexico: 2009. 236 p.

TOLEDO, M.; STANGARLIN, J.; BONATO, C. Homeopathy for the control of plant pathogens. **Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances**, n. August, p. 1063–1067, 2011.

TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; BONATO, C. M. Controle da pinta preta e efeito sobre variáveis de crescimento em tomateiro por preparados homeopáticos. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 2, p. 16–132, 2015.

TRINDADE, E. L.; GARCIA, F.; FERREIRA, R.; PASA, M. C. Lamiaceae - Levantamento de dados das plantas medicinais recorrentes no estado de Mato Grosso presentes no herbário UFMT Campus de Cuiabá - MT. **Biodiversidade**, v. 15, n. 2, p. 183–190, 2016.

VERMA, N.; SHUKLA, S. Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. **Journal of Dermatological Science**, v. 2, p. 105–113, 2015.

VIEIRA, R. F.; GRAY, R. J.; PATON, A.; SIMON, J. E. Genetic diversity of *Ocimum gratissimum* L. based on volatile oil constituents, flavonoids and RAPD markers. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 29, p. 287–304, 2001.

YAVAŞ, İ.; ÜNAY, A. The role of silicon under biotic and abiotic stress conditions. **Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi**, v. 4, n. 2, p. 204–209, 2017.

YUNES, R. A.; PEDROSA, R. C.; CECHINEL FILHO, V. Fármacos e fitoterápicos: a necessidade do desenvolvimento da indústria de fitoterápicos e fitofármacos no Brasil. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 147–152, 2001.

### **3 HOMEOPATIA NA GERMINAÇÃO, PARTIÇÃO DE BIOMASSA E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum gratissimum*.**

#### **Resumo**

Homeopatia vegetal pode ser definida como aplicação da ciência homeopática na agricultura que além de controlar pragas e doenças pode influenciar na fisiologia da germinação, do crescimento e na produção vegetal. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da homeopatia sobre a germinação, o crescimento e a produção de óleo essencial em *Ocimum gratissimum*. Assim, dois experimentos independentes foram delineados: I) avaliar efeitos do *Arsenicum album* sobre a germinação; II) verificar efeitos do *Arsenicum* e do *Sulphur* sobre o crescimento da planta, produção e composição química do óleo essencial, ambos utilizando a espécie *Ocimum gratissimum*. O primeiro experimento foi conduzido em câmara de germinação em delineamento inteiramente casualizado 4 X 6 (quatro temperaturas – 20°, 25°, 30° e 20° - 30°C, cinco diluições de *Arsenicum* – 6CH, 12CH, 18CH, 24CH, 30CH e o controle), com quatro repetições cada. No segundo experimento utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 X 4 (dois medicamentos, *Arsenicum album* e *Sulphur* X quatro dinamizações, 18CH, 24CH, 30CH e o controle) com seis repetições. No primeiro experimento foi avaliado o percentual de germinação, índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação. No segundo experimento foram avaliadas as variáveis de crescimento da planta, o teor, rendimento e componentes do óleo essencial. O *Arsenicum* na dinamização 30CH à 20°C foi capaz de elevar a porcentagem e diminuir o tempo médio de germinação de *O. gratissimum* na presença da luz sem alterar o índice de velocidade de germinação. Em relação ao crescimento da planta não houve efeito com a aplicação dos medicamentos. *Sulphur* foi mais eficaz do que *Arsenicum* no aumento do teor de óleo essencial, teor de eugenol e teor relativo de eugenol nas plantas de *O. gratissimum*, sem afetar a sua composição química.

Palavras-chave: Plantas medicinais. Homeopatia vegetal. Alfavaca-cravo.



## Abstract

Plant homeopathy can be defined as the application of homeopathic science in agriculture that besides controlling pests and diseases can influence the physiology of germination, growth and plant production. The objective of this work was to evaluate the effect of homeopathy on germination, growth and production of essential oil in *Ocimum gratissimum*. Thus, two independent experiments were delineated: I) evaluate effects of *Arsenicum album* on germination; II) to verify the effects of *Arsenicum* and *Sulphur* on the growth of the plant, production and chemical composition of the essential oil, both using the *Ocimum gratissimum* species. The first experiment was carried out in a completely randomized design with 4 x 6 (four temperatures - 20 °, 25 °, 30 ° and 20 ° - 30 ° C, five dilutions of *Arsenicum* - 6CH, 12CH, 18CH, 24CH, 30CH and control), with four replicates each. In the second experiment, the experimental design was completely randomized, in a 2 x 4 factorial arrangement (two medications, *Arsenicum* and *Sulphur* X four dynamizations, 18CH, 24CH, 30CH and the control) with six replicates. In the first experiment the percentage of germination, germination velocity and average germination time were evaluated. In the second experiment, the variables of plant growth, the content, yield and components of the essential oil were evaluated. The *Arsenicum* in the 30CH dynamics at 20 ° C was able to raise the percentage and decrease the average germination time of *O. gratissimum* in the presence of light without changing the rate of germination. In relation to the growth of the plant there was no effect with the application of the drugs. *Sulphur* was more effective than *Arsenicum* in increasing the essential oil content, eugenol content and relative eugenol content in *O. gratissimum* plants, without affecting its chemical composition.

Key words: Medicinal plants. Agrohhomeopathy. Alfavaca-cravo.

### 3.1 Introdução

Modelos agrícolas de base ecológica apoiam-se na maior qualidade nutricional e menor impacto ambiental no processo produtivo em relação aos modelos de agricultura convencional (Fernandes et al., 2016). Nessa perspectiva a homeopatia vegetal é entendida como tecnologia que pode ser utilizada para conduzir a transição do modelo convencional para o orgânico em decorrência da baixa dependência por insumos externos, propiciando a conservação dos recursos naturais sem deixar resíduos (Andrade; Casali, 2011).

No Brasil, a homeopatia foi oficialmente regulamentada na agricultura pela Instrução Normativa nº 017/2014. Relatos mostram a viabilidade da homeopatia no controle de pragas e doenças de plantas, no incremento de princípios ativos de plantas medicinais, desintoxicação de plantas por metais como alumínio (BONATO, DE PROENÇA, & REIS, 2009); estímulo à germinação de sementes (SANTOS et al., 2011; MARQUES et al., 2011) e no crescimento de plantas (BONATO et al., 2009). Embora os estudos dessa ciência no meio agrícola sejam discretos, os medicamentos homeopáticos têm um potencial mais amplo do que controlar doenças e pragas na produção agrícola. A homeopatia pode influenciar na altura, biomassa e número de inflorescência de *Calendula officinalis* L. (CAVAZIN, MOURÃO, & BONATO, 2010); no teor de metabólitos secundários de plantas medicinais como menta (*Mentha arvensis*) e carqueja (*Baccharis trimera*) (BONATO et al., 2009; CAPRA et al., 2014); no processo germinativo sob baixas temperaturas em sorgo (MARQUES et al., 2011); no incremento da germinação de sementes de *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* (CASALI et al., 2009), além de atuar nos processos biológicos das plantas sem produzir toxicidade, reduzindo incidência de oídio, míldio e podridão mole em tomateiros e oídio em macieiras (TOLEDO, STANGARLIN, & BONATO, 2011). Medicamentos homeopáticos como o *Arsenicum album* e *Sulphur* mostram efeitos positivos sobre a germinação (SANTOS et al., 2011; MARQUES et al., 2011) e crescimento (BONFIM, 2011) de espécies vegetais como fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth), milho (*Zea mays*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*). CASALI et al. (2009) indicaram o *Arsenicum* em dinamizações de 6CH a 15CH para

incremento da germinação de sementes de milho e feijão, aumento do número de inflorescências e biomassa dessas plantas enquanto que o *Sulphur* foi indicado para aumento do teor de óleo essencial em *Mentha arvensis*, para aplicação em plantas com folhas ressecadas com clorose e crescimento lento, seja por solo com baixa fertilidade ou por intoxicação com agrotóxico.

*Ocimum gratissimum* L., Lamiaceae, originária da África e subespontâneo no Brasil, popularmente conhecida como alfavaca-cravo, contém óleo essencial rico em eugenol, com ação analgésica e antisséptica local contra alguns fungos e bactérias (FERNANDES et al., 2013), além de ser utilizado *in natura* com fins terapêuticos nos casos de nervosismo e paralisia (MARTINS et al., 2008a). O óleo essencial da família Lamiaceae tem sido estudado pelas suas propriedades biológicas com atividades antimicrobianas (VALERIANO et al., 2012), antivirais (ASBAHANI et al., 2015), anticancerígenas (WANG et al., 2018), antioxidantes e anti-inflamatórias (BAKKALI et al., 2008; RAUT & KARUPPAYIL, 2014).

Diante do exposto, o objetivo neste trabalho foi avaliar o uso de dinamizações do medicamento homeopático *Arsenicum album* sobre a germinação e dos medicamentos *Sulphur* e *A. album* sobre o crescimento da planta, teor e composição do óleo essencial de folhas de *O. gratissimum*, com a hipótese que a homeopatia incrementa a germinação, crescimento e produção de óleo essencial nessa espécie.

### **3.2 Material e métodos**

Os experimentos foram conduzidos no *campus* da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC (14°47'S e 39°10'W; 23,68m de alt.), Ilhéus, Bahia, Brasil. As sementes e estacas de *Ocimum gratissimum* L. utilizadas nos experimentos foram obtidas a partir de plantas matrizes cultivadas no Horto de Plantas Medicinais da UESC.

### 3.2.1 Preparo das soluções homeopáticas

As dinamizações dos medicamentos homeopáticos foram adquiridas em farmácia homeopática preparadas segundo técnicas oficiais da Farmacopéia Homeopática Brasileira 3ª ed. (2011). Nos experimentos foram utilizadas dinamizações na escala centesimal e misturadas em água destilada na proporção de 1 mL L<sup>-1</sup> (soluções). Para ser aplicado nas sementes (experimento I) o foram adquiridos *Arsenicum album* nas dinamizações 6CH, 12CH, 18CH, 24CH e 30CH e para aplicação nos substratos dos vasos (experimento II) foram adquiridos *Sulphur* nas dinamizações 18CH, 24CH, 30CH e *Arsenicum album* Nas dinamizações 18CH, 24CH e 30CH.

### 3.2.2 Experimento I – Efeito sobre a germinação

Placas de Petri previamente autoclavadas acondicionaram sementes sobre duas folhas de papel de filtro umedecidas com solução homeopática num volume de 2,5 vezes o peso do papel, distribuindo-se 50 sementes por placa. O experimento foi conduzido de acordo com delineamento inteiramente casualizado (6 X 4) utilizando como tratamento cinco dinamizações de *A. album* (6CH, 12CH, 18CH, 24CH e 30CH) e água destilada como controle, nas temperaturas constantes de 20°, 25°, 30°C e alternadas de 20° - 30°C com variação de ± 2°C respectivamente, com quatro repetições, na presença e ausência de luz. Foi utilizado o germinador do tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand) com iluminação artificial e fotoperíodo de 16 horas. Para verificar a germinação na ausência de luz (escuro), as placas de Petri foram envoltas em papel alumínio e as contagens realizadas em câmara escura, com luz verde. Todas as contagens foram realizadas diariamente a partir do segundo dia do experimento durante 30 dias, ou até que não houvesse mais germinação (BRASIL, 2009). Características avaliadas: Percentagem de germinação (%G), obtida por contagem do número de sementes germinadas, tendo como critério de germinação a emissão da raiz primária (ROCHA et al., 2016), com 2 a 3 mm de comprimento; índice de velocidade de germinação (IVG) determinado a partir da contagem diária do número de sementes germinadas, utilizando a fórmula citada por MAGUIRE (1962):  $IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n)$ , em que  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_n$  = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e  $N_1$ ,

$N_2$ ,  $N_n$ , número de dias da semeadura à primeira, segunda até a última contagem; tempo médio de germinação (TMG), em dias, determinado mediante a contagem diária do número de sementes germinadas, segundo a equação proposta por EDMOND & DRAPALA (1958):  $TMG = (G_1 T_1) + (G_2 T_2) + \dots (G_n T_n) / G_1 + G_2 + G_n$ , sendo G o número de sementes germinadas no tempo T respectivamente.

### 3.2.3 Experimento II – Efeito sobre o crescimento, produção e composição química do óleo essencial.

As plantas foram propagadas por estaquia e cultivadas em vasos com volume de 10L contendo substrato de solo (Tabela 1), em mistura com areia média na proporção de 2:1 (solo e areia) em casa de vegetação. A irrigação foi realizada diariamente com água da chuva. A aplicação dos tratamentos foi iniciada duas semanas após a transferência dos vasos para a casa de vegetação, quando as plantas tinham em média 20 cm de altura, com frequência semanal, sempre no mesmo dia da semana, pelo período de oito semanas. As aplicações foram executadas com provetas graduadas que foram lavadas com água destilada entre as aplicações dos medicamentos e dinamizações diferentes.

Tabela 1. Análise química do solo utilizado como substrato para propagação de mudas de *Ocimum gratissimum*.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T
<b>H<sub>2</sub>O</b>	----mg/dm <sup>3</sup> ----		-----cmol/dm <sup>3</sup> -----					
5,59	83,7	38	12,97	2,98	0	5	16,05	21,05
<b>V</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>M.O.</b>			
-----%-----	-----mg/dm <sup>3</sup> -----					<b>dag/Kg</b>		
76,2	43,7	37,38	1234,2	2,61	4,39			

pH – potencial de Hidrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg - magnésio; Al – alumínio; H+Al – acidez potencial; SB – soma de bases; T – capacidade de troca catiônica; V – saturação de bases; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; Cu – cobre; M.O. – matéria orgânica.

Os tratamentos obedeceram ao delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 2 X 4, sendo 2 medicamentos (*A. album* e *Sulphur*), 3 dinamizações (18CH, 24CH e 30CH) e o controle, com seis repetições cada em vasos com capacidade para 10 L, com uma planta para cada vaso. Para o controle foi utilizada água destilada.

Ao final do experimento (120 dias após a transferência para a casa de vegetação) as plantas foram coletadas e fracionadas em raiz, caule, folhas e inflorescências. A área foliar (AF) foi determinada utilizando-se um medidor eletrônico de área foliar, modelo LI-3100 (Li-Cor, inc. Lincoln, Nebraska, USA). E em seguida as folhas colocadas em estufa à 40°C de temperatura com circulação forçada de ar para secagem para posterior extração do óleo essencial. A biomassa seca de raízes, caules e inflorescências foi obtida em estufa com circulação forçada à 70°C até peso constante. A partir dos valores de biomassa seca dos diferentes órgãos foram determinados os parâmetros de crescimento conforme descrito em Hunt (1990).

O óleo essencial foi extraído pelo processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger durante duas horas, de acordo com a curva de extração previamente estabelecida, utilizando 15g de folhas secas em balões de 1L contendo 500 mL de água destilada em triplicata para cada tratamento. Foi adicionado diclorometano ao hidrolato para separação da fase orgânica e sulfato de sódio anidro, durante 30 minutos, para retirar a umidade. O teor de óleo essencial foi calculado com base na massa seca das folhas pela fórmula:  $\text{peso do óleo essencial} / \text{massa seca de folhas no balão} \times 100$ , expressando o resultado em porcentagem. A partir dos resultados do teor, foi calculado o rendimento para cada amostra pela fórmula:  $\text{teor de óleo} \times \text{total de massa seca das folhas na planta}$ , expressando quantidade de óleo essencial em grama, por planta. As amostras do óleo essencial foram armazenadas em frascos de vidro âmbar a 10°C até serem submetidas à análise cromatográfica.

A constituição química do óleo essencial foi realizada pela análise de CG-EM (Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas). Os diversos constituintes químicos do óleo foram identificados por meio da comparação computadorizada com a biblioteca do aparelho, literatura e índice de retenção de

Kovats (Adams, 1995). Os índices de retenção de Kovats (IK) foram calculados por meio da injeção de uma série de padrões de n-alcenos (C8-C26) injetados nas mesmas condições cromatográficas das amostras em cromatógrafo modelo Varian Saturn 3800 equipado com gás detector de ionização de chama, usando coluna capilar de sílica fundida (30m x 0,25mm x 0,25mm) com fase estacionária VF5-ms (0,25 milímetros de espessura do filme) (SANTANA et al., 2017), injetando três subamostras de cada amostra de óleo essencial. A análise subsidiou o cálculo do rendimento relativo do componente majoritário no teor de óleo obtido. A fórmula utilizada foi: teor de óleo X percentual do componente majoritário / 100. O resultado foi expresso em porcentagem (SANTANA et al., 2017).

#### 3.2.4 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste Scott-Knott e contraste por Scheffé a 5% de probabilidade de erro.

### 3.3 Resultados e discussão

#### 3.3.1 Experimento I – Efeito do *Arsenicum album* sobre a germinação de *Ocimum gratissimum*

Não houve germinação das sementes de *Ocimum gratissimum* submetidas às diferentes temperaturas e dinâmizações de *Arsenicum album* avaliadas sem a presença de luz.

A interação entre as dinâmizações de *A. album* e as temperaturas avaliadas apresentou diferença significativa para germinação observando-se redução no percentual germinativo na temperatura de 20°C (Tabela 2). Nas temperaturas constantes de 25° e 30°C, e nas alternadas de 20°- 30°C não houve diferença

significativa para os resultados de germinação comprovando que as sementes desta espécie são estimuladas a germinar sob temperaturas elevadas (LIMA et al., 2011) (Tabela 2).

A temperatura mais baixa influenciou negativamente a germinação de *O. gratissimum* apresentando 36,73% de diferença entre os controles à 20°C e 25°C respectivamente. Entretanto, a aplicação de *A. album* 30CH apresentou diferença significativa em relação ao controle na temperatura 20°C, resultando em um aumento de 169,44% no percentual de germinação. As demais dinamizações não tiveram diferença significativa em relação ao controle nessa mesma temperatura. Esse resultado indica que as sementes foram sensíveis à aplicação do *A. album* 30CH à temperatura de 20°C podendo ser indicado para auxiliar a germinação de *O. gratissimum* nessas condições (Tabela 2).

A germinação de sementes pode ser influenciada por fatores internos, externos ou ambientais (LUZ et al., 2014). Em relação aos fatores externos, estudos indicam haver interação entre temperatura e hormônios vegetais alterando seus níveis endógenos (MARTINS, 2006) e influenciando na regulação do processo germinativo (STEFANELLO et al., 2015).

Nesse sentido, para a germinação de *O. gratissimum* além da temperatura, possivelmente ocorreu um efeito sinérgico potencializado pela aplicação do *Arsenicum album* na temperatura de 20°C sinalizando que este medicamento, pela compreensão homeopática, auxilia a capacidade de promover a regulação interna mediante múltiplos mecanismos de ajustes do equilíbrio promovendo a homeostasia das sementes (BONATO, 2007) em condições desfavoráveis de germinação.



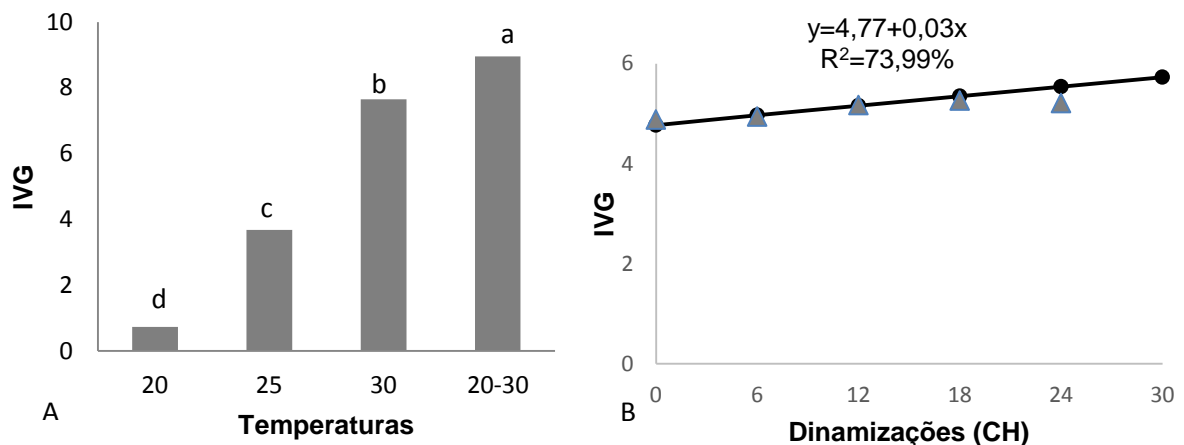
Tabela 2. Valores médios ( $\pm$  se) de germinação (G%) de sementes de *Ocimum gratissimum* submetidas a diferentes temperaturas e dinamizações de *Arsenicum album*.

Temperatura (°C)	Dinamizações (CH)					
	0	6	12	18	24	30
20	18,0 $\pm$ 2,94 Db	18,5 $\pm$ 4,50 Bb	30,0 $\pm$ 7,16 Cb	26,5 $\pm$ 4,43 Cb	24,5 $\pm$ 7,14 Cb	48,5 $\pm$ 4,03 Ba
25	49,0 $\pm$ 3,11Ca	56,0 $\pm$ 0,82Aa	44,0 $\pm$ 4,97 Ba	48,5 $\pm$ 5,12 Ba	43,5 $\pm$ 7,41 Ba	55,5 $\pm$ 2,75 Ba
30	57,5 $\pm$ 4,86Ba	54,0 $\pm$ 2,58Aa	59,5 $\pm$ 4,57 Aa	58,0 $\pm$ 3,16 Aa	62,0 $\pm$ 6,38 Aa	66,5 $\pm$ 2,06 Aa
20-30	63,5 $\pm$ 3,86Aa	62,0 $\pm$ 8,16Aa	70,5 $\pm$ 0,96 Aa	66,0 $\pm$ 2,16 Aa	66,5 $\pm$ 2,75 Aa	66,5 $\pm$ 2,99Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na mesma coluna e letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.  $p < 0,05$ .

O índice de velocidade de germinação (IVG) não apresentou interação significativa entre os fatores temperatura e dinamizações de *Arsenicum album* (Figura 1). Os valores do IVG aumentaram diretamente com temperatura indicando que as temperaturas mais altas influenciam tanto na germinação (Tabela 2) quanto no índice de velocidade de germinação (Figura 1A). Em relação às dinamizações não houve efeito ( $P > 0,05$ ) destas sobre o IVG (Figura 1B).

Figura 1. Efeito das temperaturas (A) e das dinamizações de *Arsenicum album* sobre o índice de velocidade de germinação (IVG) (B) de sementes de *Ocimum gratissimum*. Mesmas letras minúsculas não diferem significativamente entre si. Teste Scott-Knott e análise de regressão,  $p < 0,05$ .



Para o tempo médio de germinação (TMG) houve interação significativa entre o medicamento e as temperaturas avaliadas. Os menores valores de TMG ocorreram no quarto dia para as temperaturas de 30°C e de 20° - 30°C em todas as dinamizações, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 3). Estes resultados se assemelham com os apresentados por MARTINS et al. (2008b), que atribuem menor TMG à maior disponibilidade energética para o processo germinativo devido à temperatura, dentre outros fatores. Factor et al. (2008), também observaram menores valores para tempo médio de germinação à 30°C e 20° - 30°C e maior tempo médio de germinação à 20°C de temperatura semelhante aos resultados encontrados nesse experimento.

Entre as dinamizações houve diferença significativa de TMG entre o controle (22,7 dias) e *A. album* 24CH com 25,4 dias, registrando o maior valor a 20°C para as sementes atingirem 24,5% de germinação (Tabela 3).

Na temperatura 20°C aplicando a dinamização 30CH houve diferença significativa no tempo médio de germinação com diminuição de aproximadamente 6 dias em relação ao controle, reforçando a hipótese que as sementes foram sensíveis à homeopatia, mostrando que o *Arsenicum album* 30CH pode atuar na germinação de sementes de *O. gratissimum* na temperatura desfavorável de 20°C.

Tabela 3. Valores médios ( $\pm$  se) de tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Ocimum gratissimum* submetidas a diferentes temperaturas e dinamizações de *Arsenicum album*.

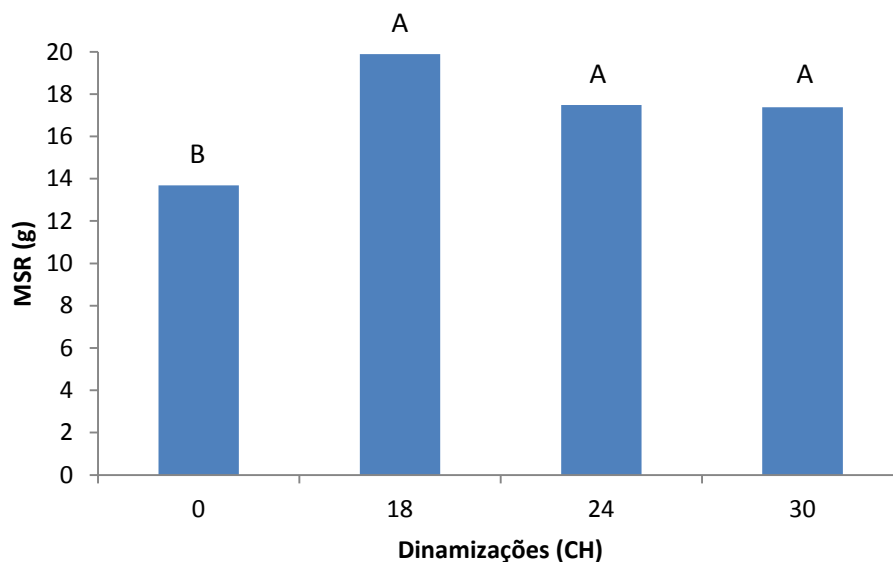
Temperatura (°C)	Dinamizações (CH)					
	0	6	12	18	24	30
20	22,7 $\pm$ 0,86 Ab	23,0 $\pm$ 1,05 Ab	23,3 $\pm$ 0,70 Ab	22,0 $\pm$ 0,45 Ab	25,4 $\pm$ 0,82 Aa	16,8 $\pm$ 2,2 Ac
25	8,5 $\pm$ 0,14 Ba	7,3 $\pm$ 0,15 Ba	7,4 $\pm$ 0,18 Ba	6,6 $\pm$ 0,04 Ba	7,3 $\pm$ 0,26 Ba	6,1 $\pm$ 0,2 Ba
30	4,0 $\pm$ 0,07 Ca	4,3 $\pm$ 0,17 Ca	4,2 $\pm$ 0,17 Ca	4,0 $\pm$ 0,13 Ca	3,9 $\pm$ 0,07 Ca	4,4 $\pm$ 0,3 Ca
20-30	3,9 $\pm$ 0,19 Ca	3,7 $\pm$ 0,07 Ca	3,9 $\pm$ 0,07 Ca	3,9 $\pm$ 0,12 Ca	3,9 $\pm$ 0,22 Ca	3,7 $\pm$ 0,10 Ca

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na mesma coluna e letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott  $p < 0,05$ .

### 3.3.2 Experimento II – Efeito sobre o crescimento, produção e composição química do óleo essencial.

Não houve interação ( $p > 0,05$ ) entre os medicamentos (*Arsenicum album* e *Sulphur*) e as dinamizações (18CH, 24CH e 30CH) testadas sobre as variáveis de crescimento avaliadas nas plantas de *O. gratissimum*, com exceção da massa seca de raiz (MSR) de *Ocimum gratissimum* que aumentou com a aplicação dos medicamentos independente da dinamização testada (Figura 2).

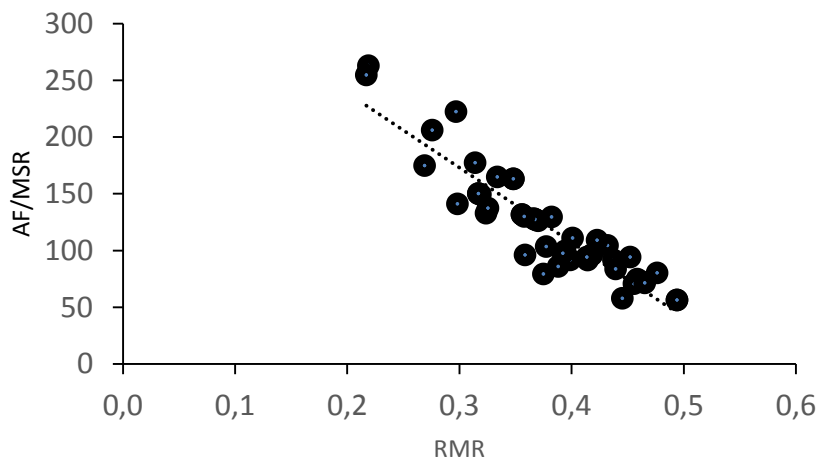
Figura 2. Efeito médio das dinamizações de *Arsenicum album* e *Sulphur* sobre massa seca de raiz (MSR) de *Ocimum gratissimum*. Mesmas letras maiúsculas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).



Quando o objetivo é o aumento de produção de óleo essencial, a área foliar e a massa seca de folha são importantes parâmetros de avaliação (ADE-ADEMILUA et al., 2013; CAPRA et al., 2014), no entanto é necessário também considerar a partição de biomassa entre os órgãos e quanto está sendo direcionado para as

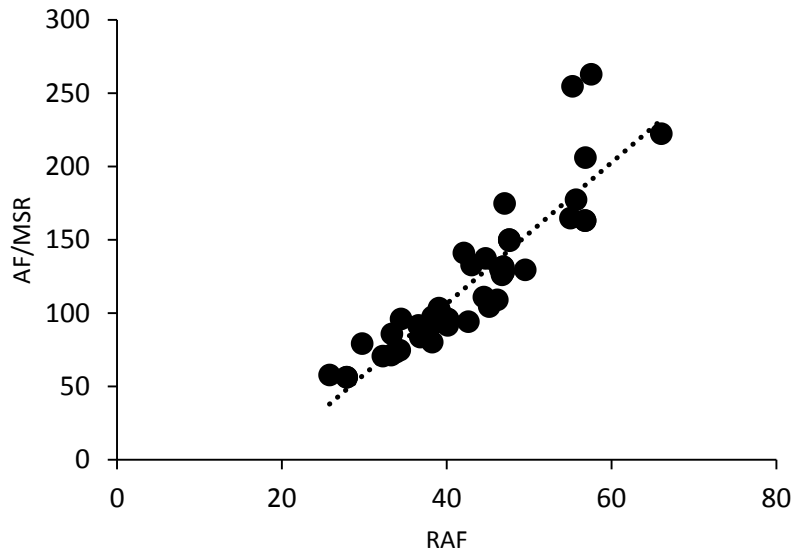
folhas. Nesse sentido, para *O. gratissimum* quando calculada a relação entre área foliar (AF) por massa seca de raiz (MSR) com a razão de massa de raiz (MSR), percebeu-se que a planta investiu no acréscimo de biomassa de raiz em detrimento de AF ( $r^2 \geq 0,84$ ), possivelmente para ampliar a área de absorção de água e nutrientes no solo (Figura 3). Apesar de não haver relatos sobre a partição de biomassa em plantas tratadas com homeopatia, a alteração na biomassa do sistema radicular interfere na absorção dos elementos que estão no solo, tais como fósforo, silício, potássio, magnésio, como também dos elementos tóxicos como alumínio, sódio, entre outros (MORAES, 2012).

Figura 3. Efeito da aplicação de *Arsenicum album* e *Sulphur* sobre a correlação entre a razão área foliar e massa seca de raiz (AF/MSR) pela razão de massa de raiz (RMR) de *Ocimum gratissimum*.



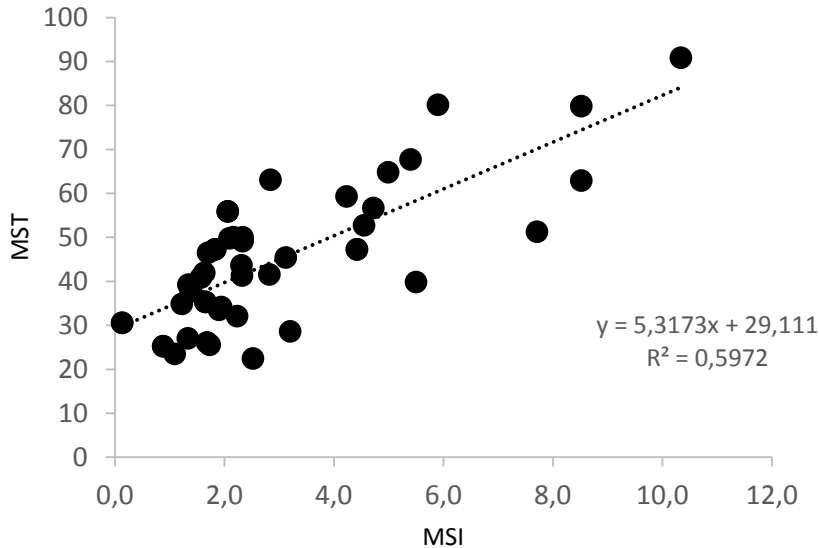
De fato, tanto AF como MSR e RAF correlacionaram-se positivamente ( $r^2 \geq 0,80$ ), indicando que apesar de a planta investir em biomassa de raiz, há uma partição positiva de biomassa para as folhas justificando a eficiência de produção de óleo essencial por planta (Figura 4).

Figura 4. Efeito da aplicação de *Arsenicum album* e *Sulphur* sobre a correlação entre a razão área foliar e massa seca de raiz (AF/MSR) pela razão de área foliar (RAF) de *Ocimum gratissimum*.



Quanto à partição de biomassa para as inflorescências, houve uma distribuição semelhante entre massa seca total e massa seca de inflorescência (Figura 5), evidenciando um forte investimento em reprodução ( $r^2 \geq 0,60$ ) sem, contudo, influenciar negativamente no teor e rendimento em óleo essencial (Tabela 4). Essas respostas demonstram a característica para os ajustes morfofisiológicos entre os órgãos ao longo do período de avaliação.

Figura 5. Efeito da aplicação de *Arsenicum album* e *Sulphur* sobre a correlação entre a massa seca total (MST) e a massa seca de inflorescência (MSI) de *Ocimum gratissimum*.



O incremento sobre o crescimento de plantas de algumas espécies como *Mentha arvensis* L. (BONATO; DE PROENÇA; REIS, 2009), *Calendula officinalis* L. (CAVAZIN et al., 2010), *Lycopersicon esculentum* Mill. (BANHEZA et al., 2012) e *Physalis peruviana* L. (SILVA et al., 2012) foi encontrado com aplicação de *Arsenicum album* e *Sulphur*. Contudo, em *Ocimum gratissimum* estes medicamentos não afetaram as variáveis de crescimento, apenas a partição de biomassa entre o sistema radicular e a parte aérea, o que refletiu no metabolismo secundário por meio de alterações na produção do óleo essencial.

A interação entre medicamentos e dinamizações apresentou efeito significativo sobre o teor de óleos essenciais de *O. gratissimum* (Tabela 4). Na aplicação do *Arsenicum album* houve diferença significativa entre o controle e as dinamizações 24CH e 30CH que apresentaram aumento no teor de óleo essencial, porém, sem diferença entre si. O *Arsenicum album* 18CH não apresentou diferença em relação ao controle. Com aplicação do *Sulphur* houve aumento do teor de óleo essencial com diferença significativa entre o controle e as dinamizações. As dinamizações 18CH e 24CH não diferiram entre si, apresentando diferença significativa tanto em relação ao controle quanto para a dinamização 30CH, que

apresentou melhor resultado em comparação com as demais dinamizações. O *Sulphur* 30CH promoveu aumento de 68,81% no teor de óleo essencial em relação ao controle (Tabela 4). O efeito dos medicamentos evidenciou que a aplicação de *Sulphur* 30CH nas plantas de *O. gratissimum* aumentou em 14,05% o teor de óleo essencial em relação ao *Arsenicum album* 30CH (Tabela 4).

Quanto ao rendimento de óleo essencial verificou-se interação entre os medicamentos e as dinamizações. O *Arsenicum album* 18CH não apresentou diferença significativa quando comparado ao controle. As dinamizações 24 CH e 30CH de *Arsenicum album* promoveram aumento significativo no rendimento de óleo essencial em relação ao controle, sem diferença estatística entre si. Dentro do nível de dinamização de 18 CH, observou-se 47,59% de aumento no rendimento do óleo essencial com a aplicação do *Sulphur* em relação ao *Arsenicum album*, entretanto, dentro do nível 24CH houve inversão no efeito, com *Arsenicum album* apresentando 31,05% mais teor de óleo essencial que o *Sulphur*. A dinamização 24CH de *Sulphur* não apresentou diferença em relação ao controle e dentro da dinamização 30CH não houve diferença significativa entre os medicamentos (Tabela 4).

Pela perspectiva da homeopatia verifica-se que a aplicação do *Sulphur* causou maior efeito em um dos sintomas de patogenesia em *O. gratissimum* que o *A. album*. O efeito dos medicamentos homeopáticos nas plantas é muito discutido na literatura (BONATO; DE PROENÇA; REIS, 2009; SANTOS et al., 2011; CLAUSEN; VAN WIJK; ALBRECHT, 2011), entretanto, há necessidade de investigação mais aprofundada sobre as alterações nos mecanismos fisiológicos para o metabolismo secundário com a aplicação das altas diluições.

Tabela 4. Valores médios ( $\pm$  se) do teor e rendimento de óleo essencial em folhas de *Ocimum gratissimum* submetidas ao tratamento com *Arsenicum album* e *Sulphur*.

MEDICAMENTO	DINAMIZAÇÃO (CH)			
	0	18	24	30
TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL (%)				
<i>Arsenicum</i>	2,02 $\pm$ 1,17 Ab	2,33 $\pm$ 1,29 Ab	2,99 $\pm$ 1,73 Aa	2,66 $\pm$ 1,53 Ba
<i>Sulphur</i>	2,02 $\pm$ 1,17 Ac	2,68 $\pm$ 1,54 Ab	2,62 $\pm$ 1,51 Ab	3,41 $\pm$ 1,97 Aa
RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL (g planta <sup>-1</sup> )				
<i>Arsenicum</i>	19,06 $\pm$ 11,0 Ab	23,7 $\pm$ 13,1 Bb	28,66 $\pm$ 16,6 Aa	30,25 $\pm$ 17,5 Aa
<i>Sulphur</i>	19,06 $\pm$ 11,0 Ab	34,98 $\pm$ 20,2 Aa	21,87 $\pm$ 12,6 Bb	35,12 $\pm$ 20,3 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott  $p < 0,05$ .

A composição do óleo essencial das folhas de *O. gratissimum* nas plantas tratadas com *Arsenicum album* e *Sulphur* foi igual, sendo identificados dez componentes: um monoterpeno ((Z)- $\beta$ -ocimeno), dois monoterpenos oxigenados (cis-hidrato de sabineno e 4-terpineol), um fenilpropanoide (eugenol), quatro sesquiterpenos ( $\beta$ -cubino, sibireno, (Z)- $\beta$ -farneseno e trans-muurola-(14),5-dieno), dois sesquiterpenos oxigenados (epóxido de humeleno II e muurola-4,10(14)-dieno-1- $\beta$ -ol) e um componente sem identificação. O fenilpropanoide eugenol foi o componente majoritário para ambas os medicamentos, variando o teor entre 90,59 a 92,95% para *Arsenicum album* e de 90,59 a 93,31% para o *Sulphur* (Tabelas 5 e 6).

A composição química determinada neste estudo é compatível com o descrito por outros autores (PRABHU et al., 2009; FERNANDES et al., 2013; SANTANA et al., 2017) diferindo apenas em percentuais de alguns componentes, o que é esperado em função das diferenças ambientais (CAPRA et al., 2014; SANTANA et al., 2017).



Tabela 5. Teor médio ( $\pm$  se) dos diferentes componentes químicos do óleo essencial extraído de folhas secas de *Ocimum gratissimum* submetidas a diferentes dinâmizações de *Arsenicum album*.

Componentes	TR -FID	TR-MS	IK exp	IK lit	Teor (%)			
					0	18	24	30
(Z)-b-ocimeno	6,302	5,020	1050	1045	3,12 $\pm$ 1,02	2,33 $\pm$ 0,63	3,03 $\pm$ 0,68	3,29 $\pm$ 0,64
cis-sabineno hidrato	6,966	5,592	1072	2068	0,48 $\pm$ 0,42	0,55 $\pm$ 0,11	0,16 $\pm$ 0,28	0,51 $\pm$ 0,07
4-terpineol	8,749	7,406	1188	1174	0,19 $\pm$ 0,33	0,00	0,00	0,00
eugenol	11,537	10,446	1367	1359	90,59 $\pm$ 0,78	90,98 $\pm$ 0,27	92,95 $\pm$ 1,11	90,92 $\pm$ 0,78
b-cubebeno	11,885	10,750	1391	1390	0,00	0,14 $\pm$ 0,25	0,14 $\pm$ 0,24	0,00
sibireno	12,633	10,962	1404	1400	1,20 $\pm$ 0,14	1,21 $\pm$ 0,07	1,10 $\pm$ 0,09	1,15 $\pm$ 0,06
(Z)-b-farneseno	13,557	11,494	1440	1442	2,39 $\pm$ 0,12	2,42 $\pm$ 0,02	2,38 $\pm$ 0,32	2,74 $\pm$ 0,09
trans-muurola-(14),5-dieno	15,133	12,446	1499	1493	1,28 $\pm$ 0,31	1,41 $\pm$ 0,12	0,60 $\pm$ 0,12	0,82 $\pm$ 0,05
Não identificado	15,541	13,511	1571	----	0,00	0,15 $\pm$ 0,26	0,00	0,00
humuleno epoxido II	16,094	14,042	1607	1608	0,18 $\pm$ 0,32	0,00	0,00	0,00
muurola-4,10(14)-dieno-1-b-ol	16,622	14,391	1632	1631	0,56 $\pm$ 0,53	0,51 $\pm$ 0,45	0,35 $\pm$ 0,31	0,57 $\pm$ 0,05

IK exp- Índice de retenção de Kovats experimental; IK lit – índice de retenção de Kovats literatura; TR-FID – Tempo de retenção no detector por ionização em chama; TR-MS – Tempo de retenção no espectômetro de massas,

Tabela 6. Teor médio ( $\pm$  se) dos diferentes componentes químicos do óleo essencial extraído de folhas secas de *Ocimum gratissimum* submetidas a diferentes dinamizações de *Sulphur*.

Componentes	TR -FID	TR-MS	IK exp	IK lit	Teor (%)			
					0	18	24	30
<b>(Z)-b-ocimeno</b>	<b>6,302</b>	<b>5,020</b>	<b>1050</b>	<b>1045</b>	<b>3,12 <math>\pm</math> 1,02</b>	<b>3,46 <math>\pm</math> 0,13</b>	<b>3,18 <math>\pm</math> 0,64</b>	<b>2,67 <math>\pm</math> 0,32</b>
cis-hidrato de sabineno	6,966	5,592	1072	2068	0,48 $\pm$ 0,42	0,18 $\pm$ 0,31	0,15 $\pm$ 0,25	0,09 $\pm$ 0,16
<b>4-terpineol</b>	<b>8,749</b>	<b>7,406</b>	<b>1188</b>	<b>1174</b>	<b>0,19 <math>\pm</math> 0,33</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
eugenol	11,537	10,446	1367	1359	90,59 $\pm$ 0,78	91,54 $\pm$ 0,48	91,81 $\pm$ 1,22	93,31 $\pm$ 0,28
<b>b-cubebeno</b>	<b>11,885</b>	<b>10,750</b>	<b>1391</b>	<b>1390</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,14 <math>\pm</math> 0,25</b>	<b>0,09 <math>\pm</math> 0,16</b>
sibireno	12,633	10,962	1404	1400	1,20 $\pm$ 0,14	1,22 $\pm$ 0,05	1,20 $\pm$ 0,05	0,93 $\pm$ 0,02
<b>(Z)-b-farneseno</b>	<b>13,557</b>	<b>11,494</b>	<b>1440</b>	<b>1442</b>	<b>2,39 <math>\pm</math> 0,12</b>	<b>2,57 <math>\pm</math> 0,05</b>	<b>2,48 <math>\pm</math> 0,07</b>	<b>2,19 <math>\pm</math> 0,02</b>
trans-muurolo-(14),5-dieno	15,133	12,446	1499	1493	1,28 $\pm$ 0,31	0,69 $\pm$ 0,07	0,60 $\pm$ 0,02	0,40 $\pm$ 0,01
<b>Não identificado</b>	<b>15,541</b>	<b>13,511</b>	<b>1571</b>	<b>-----</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
epóxido de humulenol	16,094	14,042	1607	1608	0,18 $\pm$ 0,32	0,00	0,00	0,00
<b>muurolo-4,10(14)-dieno-1-b-ol</b>	<b>16,622</b>	<b>14,391</b>	<b>1632</b>	<b>1631</b>	<b>0,56 <math>\pm</math> 0,53</b>	<b>0,36 <math>\pm</math> 0,32</b>	<b>0,44 <math>\pm</math> 0,01</b>	<b>0,33 <math>\pm</math> 0,04</b>

IK exp- Índice de retenção de Kovats experimental; IK lit – índice de retenção de Kovats literatura; TR-FID – Tempo de retenção no detector por ionização em chama; TR-MS – Tempo de retenção no espectômetro de massas,

A interação entre os medicamentos e as dinamizações promoveram aumento significativo no teor do componente eugenol do óleo essencial de *O. gratissimum*. O *Arsenicum album* promoveu incremento no teor de eugenol com todas as dinamizações avaliadas, porém, a dinamização 24CH apresentou maior diferença estatística em relação ao controle e às demais dinamizações. O *Sulphur* aumentou significativamente o teor de eugenol com a aplicação de todas as dinamizações que apresentaram diferença significativa entre si. O melhor resultado deste medicamento foi dentro do nível de dinamização 30CH, que produziu aumento de 43,89% em relação ao *Arsenicum album* 30CH (Tabela 7).

Em relação ao teor relativo de eugenol houve interação significativa entre os medicamentos e as dinamizações. *Arsenicum album* 24CH e 30CH não diferiram significativamente entre si, apresentando diferença em relação ao controle que foi estatisticamente igual à dinamização 18CH. Com o *Sulphur* a dinamização 30CH

apresentou diferença significativa para o controle e as demais dinamizações. Por contraste (Scheffé), todas as dinamizações produziram efeito aumentando o teor relativo de eugenol em relação ao controle (Tabela 7).

Segundo SANTANA et al. (2017), o percentual de eugenol na composição química do óleo essencial do *O. gratissimum* é influenciado por vários fatores, entre eles as variações ambientais. Considerando o incremento obtido para o teor de eugenol e teor relativo de eugenol, bem como os resultados citados por PRABHU et al. (2009), e MATASYOH et al. (2013), obtidos na mesma época de colheita (primavera) para *O. gratissimum* em regiões tropicais, fica evidente que o ambiente promove efeitos nos aspectos morfofisiológicos e químicos de espécies medicinais como *O. gratissimum*, que entretanto, podem ser potencializados pela aplicação da homeopatia.

Tabela 7. Valores médios ( $\pm$  se) do teor de eugenol e teor relativo de eugenol do óleo essencial em folhas de *Ocimum gratissimum* submetidas ao tratamento com *Arsenicum album* e *Sulphur*.

MEDICAMENTO	DINAMIZAÇÃO (CH)			
	0	18	24	30
TEOR DE EUGENOL (%)				
<i>Arsenicum</i>	90,59 $\pm$ 52,3Ad	90,98 $\pm$ 52,5 Bc	92,95 $\pm$ 53,7 Aa	90,92 $\pm$ 52,5 Bb
<i>Sulphur</i>	90,59 $\pm$ 52,3 Ad	91,54 $\pm$ 52,9 Ac	91,81 $\pm$ 53,0 Bb	93,31 $\pm$ 53,9 Aa
TEOR RELATIVO DE EUGENOL (%)				
<i>Arsenicum</i>	1,83 $\pm$ 1,06 Ab	1,82 $\pm$ 1,17 Ab	2,76 $\pm$ 1,60 Aa	2,21 $\pm$ 1,40 Ba
<i>Sulphur</i>	1,83 $\pm$ 1,06 Ac	2,45 $\pm$ 1,41 Ab	2,40 $\pm$ 1,39 Ab	3,18 $\pm$ 1,84 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott,  $p < 0,05$ .

### 3.4 Conclusão

*Arsenicum album* 30CH provocou efeito positivo na taxa de germinação de sementes de *O. gratissimum* mantidas a 20 °C ao mesmo tempo em que diminuiu o tempo médio de germinação. *Sulphur* e *A. album* apresentaram efeito positivo sobre o teor e rendimento do óleo essencial das folhas, além de aumentar o teor de eugenol e o teor relativo de eugenol em plantas de *Ocimum gratissimum*.

## Referências

- ADE- ADEMILUA, E. O.; OBI, H. O.; CRAKER, L. E. Growth and essential oil of African basil, *Ocimum gratissimum*, under light and water stress recommended citation. **Journal of Medicinally Active Plants**, v. 1, n. 4, p. 143–149, 2013.
- ANDRADE, F. M. C. de A.; CASALI, V. W. D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 49–56, 2011.
- ASBAHANI, A. EL.; MILADI, K.; BADRI, W.; SALA, M.; AÏT AIDDI, E. H.; CASABIANCA, H.; MOUSADIK A. EL; HARTMANN, D.; JILALE, A.; RENAUD, F. N. R.; ELAISSARI, A. Essential oils: From extraction to encapsulation. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 483, p. 220–243, 2015.
- BAKKALI, F.; AVEERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils-A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446–475, 2008.
- BANHEZA, A. A. G.; SILVA, C. P. M.; FERNANDEZ, A. C. A. M.; CAMILOTTI, J.; COLAUTO, N. B.; SOUZA, S. G. H.; JACOMASSI, E.; GAZIM, Z. C. *Sulphur* aplicado no cultivo de *Lycopersicon esculentum* Mill. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia UNIPAR**, v. 15, n. 2, p. 201–205, 2012.
- BONATO, C. M. Homeopatia em modelos vegetais. **Cultura Homeopática**, n. 21, p. 24-28, 2007.
- BONATO, C. M.; DE PROENÇA, G. T.; REIS, B. Homeopathic drugs *Arsenicum album* and *Sulphur* affect the growth and essential oil content in mint (*Mentha arvensis* L.). **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 101–105, 2009.
- BONFIM, F. P. G. **ALTAS DILUIÇÕES EM VEGETAIS SUBMETIDOS A ESTRESSE: POR ALUMÍNIO, SALINO E HÍDRICO**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2011.
- BRASIL, **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.
- CAPRA, R. S.; GRATÃO, A. S.; FREITAS, G. B.; LEITE, M. N. Preparados homeopáticos e ambiente de cultivo na produção e rendimento de quercetina em carqueja [*Baccharis trimera* (Less) DC.] **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 566–573, 2014.
- CASALI, V. W. D.; ANDRADE, F. M. C.; DUARTE, E. S. M. **Acológia de Altas Diluições**. Viçosa: Departamento de Fitotecnia, UFV, 2009.
- CAVAZIN, A. C. T.; MOURÃO, K. S. M.; BONATO, C. M.; SCAPIM, C. A. Crescimento e trocas gasosas em calêndula (*Calendula officinalis* L.) submetidas à dinamizações de *Arsenicum album* e *Sulphur*. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, 2010.

- CLAUSEN, J.; VAN WIJK, R.; ALBRECHT, H. Review of the use of high potencies in basic research on homeopathy. **Homeopathy**, v. 100, n. 4, p. 288–292, 2011.
- EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Leuven, v.71, p. 428-434, 1958.
- FACTOR, T. L.; PURQUERIO, L. F. V.; LIMA JÚNIOR, S.; ARAÚJO, J. A. C.; CURI, E. L.; TIVELLI, S. W. Efeito da temperatura, da luz e do ácido giberélico na germinação em sementes de *Ocimum gratissimum* L. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 5314-5318, 2008.
- FERNANDES, V. F.; ALMEIDA, L. B. de; FEIJÓ, E. V. R. da S.; DILVA, D. da C.; OLIVEIRA, R. A. de; MIELKE, M. S.; COSTA, L. C. do B. Light intensity on growth, leaf micromorphology and essential oil production of *Ocimum gratissimum*. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 23, n. 3, p. 419–424, 2013.
- FERNANDES, J.; GONÇALVES, G.; DUARTE, A. Sustentabilidade ambiental e humana da produção de alimentos: uma análise comparativa entre agricultura biológica e convencional. **Actas Portuguesas de Horticultura**, v. 25, p. 158-163, 2016.
- HUNT, R. **Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners**. London: Unwin Hyman, 1990, 112 p.
- LIMA, C. B. de; COSSA, C. A.; NEGRELLE, R. R. B.; BUENO, J. T.; LOURENÇO, C. C. de; BATISTA, N. de A.; JANANI, J. K. Germinação e envelhecimento acelerado na análise da qualidade fisiológica de sementes de alfavaca-cravo. **Sêmia Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, p. 865-874, 2011.
- LUZ, F. N.; YAMASHITA, O. M.; FERRARESI, D. A.; CARVALHO, M. A. C. de; CAMPOS, O. R.; KOGA, P. S.; MASSAROTO, J. A. Interferência de luz, temperatura, profundidade de semeadura e palhada na germinação e emergência de *Murdannia nudiflora*, **Comunicata Scientiae**, v. 5, n.1, p. 25-33, 2014.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p.176-177, 1962.
- MARQUES, R. M.; REIS, B.; CAVAZIN, A. C. T.; MOREIRA, F. C.; SILVA, H. A.; BUCHOSKI, M. G.; LOLIS, M. A.; BONATO, C. M. Physiological response of sorghum seeds treated with *Arsenicum album* submitted to low temperature. **International Journal of High Dilution Research**, v. 10, n. 36, p. 233–238, 2011.
- MARTINS, J. R. **Aspectos da germinação de sementes e influência da luz no desenvolvimento, anatomia e composição química do óleo essencial em *Ocimum gratissimum* L.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 2006.
- MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA, A. P. O. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 4, p. 102–106, 2008<sup>a</sup>.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; BATISTA, L. A.; SILVA, A. P. O. Influência da luz, temperatura e ácido giberélico na germinação de sementes de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) e avaliação da qualidade fisiológica pelo teste de raios-X. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. V. 10, n. 2, p. 44–49, 2008b.

MATASYOH, L. G.; MATASYOH, J. C.; WACHIRA, F. N.; KINYUA, M. G.; MUIGAI, A. W. T.; MUKIAMA, T. K. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in Eastern Kenya. **African Journal of Botany**, v. 1, n. 4, p. 50–054, 2013.

MORAES, R. DE C. P. **Qualidade fisiológica de sementes, crescimento e partição de assimilados em plantas de rabanete submetidas a diferentes concentrações de metais**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2012.

PRABHU, K. S.; LOBO, R.; SHIRWAIKAR, A. A.; SHIRWAIKAR, A. *Ocimum gratissimum*: A Review of its Chemical, Pharmacological and Ethnomedicinal Properties. **The Open Complementary Medicine Journal**, v. 1, n. 1, p. 1–15, 2009.

RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250-264, 2014.

ROCHA, T. G. F.; MEDEIROS, A. D. de; PEREIRA, M. D.; FERRARI, C. dos S. Vigor de sementes de moringa pelo teste de emissão da raiz primária. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**. v. 10, n. 5, p. 63/68, 2016.

SANTANA, A. C. M. de; UETANABARO, A. P. T.; SILVA, T. M. B.; COSTA, L. C. B.; OLIVEIRA, R. A. de. Storage conditions of *Ocimum gratissimum* L. leaves influence the quality of essential oil, **Journal of Essential Oil Research**, v. 29, n. 1, p. 56–63, 2 jan, 2017.

SANTOS, F. M.; MONFORT, L. E. F.; CASTRO, D. M.; SOUZA-JUNIOR, E. A.; PINTO, J. E. B. P. Germinação e crescimento de plântulas de alfazema-brasileira tratadas com homeopatia *Phosphorus*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

SILVA, D. F.; VILLA, F.; TOLEDO, M. V.; MEINERZ, C. C.; ASSI, L. Medicamento homeopático *Sulphur* no crescimento de fisális. **Cultivando o Saber**, v. 5, n. 1, p. 158–167, 2012.

STEFANELO, R.; NEVES, L. A. S.; ABBAD, M. A. B.; VIANA, B. B. Germinação e vigor de sementes de chia (*Salvia hispanica* L. - Lamiaceae) sob diferentes temperaturas e condições de luz, **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 1182-1186, 2015.

TOLEDO, M.; STANGARLIN, J.; BONATO, C. Homeopathy for the control of plant pathogens. **Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances**, n. August, p. 1063–1067, 2011.

VALERIANO, C.; PICCOLI, R. H.; CARDOSO, M. G.; ALVES, E. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais em bactérias patogênicas de origem alimentar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** v. 14, n. 1, p. 57–67, 2012.

#### 4 HOMEOPATIA SOBRE *Ocimum gratissimum* L. SUBMETIDO À RESTRIÇÃO HÍDRICA: CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL

##### Resumo

A ciência homeopática tem contribuído para reduzir os efeitos adversos provocados por fatores bióticos e abióticos nos vegetais agindo como estimulante do processo homeodinâmico no sistema regulador. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dois medicamentos homeopáticos sobre o crescimento e a produção de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* submetidas à restrição hídrica. Para tanto, foram realizados dois experimentos para testar separadamente os efeitos de *Silicea* e *Carbo vegetabilis* em delineamento inteiramente casualizado com fatorial 2 X 5 (duas condições hídricas, irrigação constante e restrição hídrica com quatro dinamizações de cada medicamento, 6CH, 12CH, 24CH, 30CH e o controle). Os medicamentos tiveram efeitos distintos sobre as variáveis de crescimento de *Ocimum gratissimum*. *Silicea* afetou a AF, MSF, RMF e RAF enquanto que *Carbo vegetabilis* influenciou RMF e RMC. *Carbo vegetabilis* teve melhor efeito na produção de óleo essencial entre as plantas irrigadas enquanto que *Silicea* foi mais eficaz na produção de óleo essencial das plantas submetidas à restrição hídrica.

Palavras-chave: Alfavaca-cravo. Plantas medicinais. Homeopatia vegetal.

##### Abstract

Homeopathic science has contributed to reducing the adverse effects caused by biotic and abiotic factors in vegetables acting as a stimulant of the homeodynamic process in the regulatory system. The objective of this work was to evaluate the effect of two homeopathic medicines on the growth and production of essential oil in *Ocimum gratissimum* plants submitted to water restriction. Two experiments were

carried out to test the effects of *Silicea* and *Carbo vegetabilis* separately in a completely randomized design with factorial 2 X 5 (two water conditions, constant irrigation and water restriction with four dynamizations of each medicine, 6CH, 12CH, 24CH, 30CH, and control). The drugs had different effects on the growth variables of *Ocimum gratissimum*. *Silicea* affected AF, MSF, RMF, and RAF while *Carbo vegetabilis* influenced RMF and RMC. *Carbo vegetabilis* had a better effect on the production of essential oil between the irrigated plants, whereas *Silicea* was more efficient in the production of essential oil of the plants subjected to water restriction.

Keywords: Basil-clove. Medicinal plants. Plant homeopathy.

#### 4.1 Introdução

A homeopatia foi fundamentada em 1796 para utilização como terapêutica humana e a partir da década de 1920 o instituto de biologia de Stuttgart, Alemanha, iniciou os estudos de homeopatia em plantas. Atualmente a inserção da homeopatia na agricultura objetiva a substituição de todo o aparato de agroquímicos sintéticos por princípios e leis de cura próprios dessa tecnologia (ANDRADE; CASALI, 2011).

Segundo Bellavite (2002), os medicamentos homeopáticos estimulam a mobilização dos processos homeodinâmicos de regulação alterados pelo estresse, reativando o sistema regulador, sendo necessário determinar com estudos de patogênese, o medicamento na dinamização ideal para produzir a resposta esperada (ROSSI et al., 2006). Nessa perspectiva, estudos são realizados para conhecer a ação de medicamentos homeopáticos no metabolismo e indução de resistência em plantas cultivadas (RISSATO et al., 2016).

Assim, o medicamento homeopático *Carbo vegetabilis* é recomendado para estados de debilidade intensa da planta cujos sintomas são agravados em condições de temperatura e umidade elevada, deficiência hídrica (ROSSI, 2006) e grande perda de área foliar por deficiência hídrica (CASALI; ANDRADE; DUARTE, 2009). O *Silicea*, outro medicamento homeopático, é indicado para o tratamento de plantas com crescimento lento, raquíticas e atraso na produção (ROSSI, 2006),



plantas com assimilação deficiente, menor altura, menor número de ramos no caule, com deficiência hídrica (CASALI; ANDRADE; DUARTE, 2009).

A ação desses medicamentos vem sendo estudada sobre germinação (DEBONI et al., 2008), desenvolvimento e produção de mudas de alface e morango (ROSSI et al., 2006; ROSSI et al., 2007), além de experimentos em plantas medicinais por serem considerados vegetais sadios “*experientia in plantarum sano*” (ROSSI et al., 2008), sendo necessário no entanto, o conhecimento prévio das exigências de cada espécie em relação às suas características climáticas, manejo, fatores bióticos e abióticos de interferência no desenvolvimento e produção, principalmente sobre os metabólitos secundários.

Considerados como uma interface química entre as plantas e o meio, os metabólitos secundários são frequentemente influenciados pelas condições ambientais que podem coordenar ou alterar a sua taxa de produção (GOBBONETTO; LOPES, 2007), sendo a seca uma das principais influências diretas sobre o conteúdo, acúmulo de solutos e atividades enzimáticas (CASER et al., 2016).

Nesse sentido, a família Lamiaceae e em especial a espécie *Ocimum gratissimum* L. produz óleo essencial com potencial farmacológico, assumindo importância em estudos para viabilidade de sua utilização (CASER et al., 2016; ASKARY et al., 2018). Cultivada sob déficit hídrico associado a condições de variação de luz, a espécie apresentou redução do rendimento de óleo essencial (ADE-ADEMILUA et al., 2013; MORSHEDLOO et al., 2017), embora haja contradição em função de interações diversas entre os fatores ambientais e a planta (SHARAFZADEH, 2012).

Os óleos essenciais possuem composição química complexa e diferenciada conforme o órgão da planta, garantindo aos vegetais vantagens adaptativas no ambiente em que estão inseridas e conferindo odor característico (MIRANDA et al., 2016), cuja principal função é a proteção contra viroses, bacterioses, infecções fúngicas, atuando ainda como atrativo ou repelente de outros organismos (ALCANTARA et al., 2018).

Segundo Martins et al. (2008), o óleo essencial de *O. gratissimum* apresenta bioatividade sobre organismos de elevada patogenicidade com eficácia comprovada contra *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Botryosphaeria rhodina* (MATASYOH et al., 2013) e como antioxidante (LIMA;

CARDOSO, 2007). Sua atividade é atribuída ao eugenol, componente majoritário no óleo essencial que pode ser utilizado com eficiência no tratamento de *Heamonchus contortus*, parasita gastrointestinal encontrado em pequenos ruminantes (André et al., 2018).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dinamizações dos medicamentos homeopáticos *Carbo vegetabilis* e *Silicea* sobre o crescimento e a produção de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* submetidas à restrição hídrica, com a hipótese de que a aplicação da homeopatia em *O. gratissimum* atenua os efeitos negativos causados pela deficiência hídrica no crescimento, produção e composição química do óleo essencial.

## 4.2 Material e métodos

### 4.2.1 Material vegetal

O experimento foi conduzido no *campus* da Universidade Estadual de Santa Cruz (14°47'S e 39°10'W), Ilhéus, Bahia, Brasil, utilizando mudas formadas a partir de estacas com comprimento médio de 15cm, originadas a partir da matriz cultivada no Horto de Plantas Medicinais da UESC. Os tubetes contendo as mudas foram mantidos em viveiro durante 30 dias até atingirem a altura média de 20 cm. Após esse período as mudas foram transplantadas para vasos com volume de 10 L (uma muda por vaso), contendo substrato formado pela mistura de solo (Tabela 1) e areia média na proporção de 2:1 e mantidas por mais 15 dias no mesmo local para aclimação. Em seguida os vasos foram transferidos para casa de vegetação e irrigados diariamente com água da chuva (iniciando com 500 mL e aumentando à medida que a planta se desenvolvia até atingir 800 mL por planta). O experimento foi composto por 180 plantas cada uma correspondendo a uma unidade experimental.

Tabela 1. Composição química do solo utilizado como substrato para propagação de mudas de *Ocimum gratissimum*.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T
<b>H<sub>2</sub>O</b>	----mg/dm <sup>3</sup> ----		-----cmol/dm <sup>3</sup> -----					
5,59	83,7	38	12,97	2,98	0	5	16,05	21,05
V	Fe	Zn	Mn	Cu	M.O.			
-----%-----	-----mg/dm <sup>3</sup> -----				dag/Kg			
76,2	43,7	37,38	1234,2	2,61	4,39			

pH – potencial de Hidrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg - magnésio; Al – alumínio; H+Al – acidez potencial; SB – soma de bases; T – capacidade de troca catiônica; V – saturação de bases; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; Cu – cobre; M.O. – matéria orgânica.

#### 4.2.2 Preparo das dinamizações e soluções homeopáticas

Os medicamentos homeopáticos (dinamizações) foram adquiridos em farmácia homeopática preparados segundo técnicas oficiais da Farmacopéia Homeopática Brasileira 3ª ed. (2011). Os medicamentos utilizados nos experimentos foram adquiridos em dinamizações na escala centesimal *Silicea* 6CH, 12CH, 24CH, 30CH e *Carbo vegetabilis* 6CH, 12CH, 24CH e 30CH para serem misturados em água destilada na proporção de 1 mL L<sup>-1</sup> (soluções) e aplicados sobre o substrato dos vasos. As soluções eram preparadas imediatamente antes da sua aplicação utilizando vasilhames plásticos distintos para cada medicamento e para o controle.

#### 4.2.3 Restrição hídrica

Dois experimentos foram conduzidos no mesmo local. Um com aplicação do medicamento *Silicea* e outro com *Carbo vegetabilis*, ambos em delineamento inteiramente casualizado fatorial 2 X 5 (duas condições hídricas – restrição de água e irrigação constante, e quatro dinamizações do medicamento, 6CH, 12CH, 24CH, 30CH e o controle).

Trinta dias após a transferência dos vasos para a casa de vegetação foi iniciado o tratamento de restrição hídrica na metade das 180 unidades experimentais através da redução gradual do volume de água aplicada até a sua total interrupção na quinta semana. Após este período foi reiniciada a irrigação normal juntamente com a aplicação dos tratamentos com as soluções homeopáticas (250 mL por vaso de 10L de substrato) em todas as plantas (irrigadas e sob restrição hídrica).

#### 4.2.4 Avaliação das trocas gasosas

Durante o período de restrição hídrica foram realizadas avaliações semanais das trocas gasosas em duas folhas completamente expandida e madura de cada indivíduo por tratamento. A curva de saturação de radiação luminosa foi obtida utilizando-se o sistema portátil para medições de fotossíntese LI-6400 (Li-Cor, Nebraska, USA), equipado com uma fonte de luz artificial 6400-02B RedBlue. Previamente foi realizada a curva do nível de radiação fotossinteticamente ativa (PAR), para ser conhecido o nível de saturação de radiação do *O. gratissimum*. O fluxo de CO<sub>2</sub> dentro da câmara e temperatura do bloco do dispositivo foram mantidos constantes em 400  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  e 28°C, respectivamente na execução das leituras.

Durante as medições, o tempo mínimo para a estabilização da leitura foi de 60 segundos e o máximo foi de 180 segundos. O valor máximo admitido do coeficiente de variação para salvar cada leitura foi de 0,3%. As taxas fotossintéticas líquidas ( $A$ ), transpiração ( $E$ ) por unidade de área foliar foram medidas para estimar a condutância estomática ao vapor de água ( $g_s$ ) e a razão entre as concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> ( $C_i/C_a$ ), pela diferença nos valores de CO<sub>2</sub> e umidade antes e depois de passar pela câmara, determinada pelo analisador de gases infravermelho do dispositivo em  $\text{PAR} \geq 800 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

#### 4.2.5 Aplicação da homeopatia

As soluções preparadas a partir dos medicamentos *Silicea* e *Carbo vegetabilis* foram aplicadas semanalmente sobre o substrato dos vasos com volume de 250 mL de solução, nos dois tratamentos (irrigação contínua e após restrição

hídrica) por um período de sessenta dias. Nos dias de aplicação das soluções homeopáticas, ao controle eram dispensados 250 mL de água destilada. Nos intervalos das aplicações, a irrigação foi mantida como descrito.

#### 4.2.6 Crescimento

Para a avaliação da altura da planta foram feitas medições entre a base e o ápice caulinar com uma trena a partir do décimo quinto dia após a transferência para a casa de vegetação, com frequência quinzenal. A medição do diâmetro do caule na altura do coleto foi realizada com a mesma frequência e auxílio de um paquímetro. As folhas, caules, raízes e inflorescências de cada repetição foram coletadas e separadas. As folhas foram encaminhadas ao laboratório para medição da área foliar (AF) utilizando o medidor eletrônico de área foliar, modelo LI-3100 (Li-Cor, inc. Lincoln, Nebraska, USA) e em seguida colocadas em estufa à 40°C de temperatura com circulação forçada para secagem e posterior extração do óleo essencial. As raízes e caules foram embaladas e identificadas separadamente para secagem em estufa com circulação forçada a 70°C até peso constante. A partir das determinações de massa seca das raízes (MSR), caules (MSC), folhas (MSF), total (MST) e área foliar foram determinados os parâmetros de crescimento conforme descrito por Hunt (1990), a saber: a massa foliar específica ( $MFE = MSF/AF$ ), a razão de massa de raízes ( $RMR = MSR/MST$ ), a razão de massa de caules ( $RMC = MSC/MST$ ), a razão de massa das folhas ( $RMF = MSF/MST$ ) e a razão de área foliar ( $RAF = AF/MST$ ).

#### 4.2.7 Produção e composição química do óleo essencial

O óleo essencial foi extraído pelo processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado por duas horas, de acordo com o resultado da curva de extração previamente realizada. Foram utilizadas 20g de folhas secas em balões de 1 L contendo 500 mL de água destilada em quatro repetições para cada tratamento. O óleo essencial foi separado utilizando diclorometano, seco com sulfato de sódio anidro e concentrado. O teor de óleo essencial foi determinado em quatro repetições pela fórmula:  $(\text{peso do óleo} / \text{massa seca de folhas utilizadas no balão}) \times 100$ , para

que o resultado fosse expresso em porcentagem. A partir dos resultados do teor, foi calculado o rendimento para cada amostra pela fórmula: (teor de óleo X total de massa seca das folhas na planta). Esse resultado expressa quantidade de óleo em grama, por planta. As amostras do óleo foram armazenadas em frascos de vidro âmbar a 10°C para posterior análise cromatográfica.

A composição química do óleo essencial foi realizada por análise de CG-EM (Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas). Os diversos constituintes químicos dos óleos essenciais foram identificados através da comparação computadorizada com a biblioteca do aparelho, literatura e índice de retenção de Kovats (Adams, 1995). Os índices de retenção de Kovats (IK) foram calculados através da injeção de uma série de padrões de n-alcenos (C8-C26) injetados nas mesmas condições cromatográficas das amostras em cromatógrafo modelo Varian Saturn 3800 equipado com gás detector de ionização de chama, usando um capilar de sílica fundida coluna (30m x 0,25mm x 0,25mm) com fase estacionária VF5-ms (0,25 milímetros de espessura do filme) (SANTANA et al., 2017), injetando três subamostras de cada amostra de óleo essencial. A análise subsidiou o cálculo do rendimento relativo do componente majoritário no teor de óleo obtido. A fórmula utilizada foi: (teor de óleo X percentual do componente majoritário) / 100. O resultado foi expresso em porcentagem (SANTANA et al., 2017).

#### 4.2.8 Análise estatística

As médias de fotossíntese, condutância estomática e transpiração, bem como, as variáveis de crescimento, teor e rendimento do óleo essencial foram submetidas à análise de variância com comparação de médias pelo teste Scott-Knott e contraste por Scheffé a 5% de probabilidade de erro.

De forma complementar, foram também realizadas análises exploratórias multivariadas, análise de agrupamento por método hierárquico e a análise de componentes principais, que permitiram a avaliação em conjunto das variáveis analisadas no óleo essencial.

A técnica de agrupamento hierárquico interliga as amostras por suas associações, produzindo um dendrograma em que amostras semelhantes, segundo

as variáveis escolhidas, são agrupadas entre si (MOITA NETO; MOITA, 1998). Para medir a semelhança entre os centróides de cada isolado, utilizou-se a distância euclidiana (medida de dissimilaridade) para o conjunto das quatro variáveis, enquanto para a estratégia de agrupamento adotou-se o método de UPGA. O resultado da análise foi apresentado em forma gráfica (dendrograma), auxiliando na caracterização dos grupos.

A análise de componentes principais permite condensar a maior quantidade da informação original, contida em  $p$  variáveis (Condição hídrica, restrição hídrica e irrigação constante; medicamentos, *Silicea* e *Carbo vegetalis*), em variáveis latentes ortogonais denominadas componentes principais, que são combinações lineares das variáveis originais criadas com os autovalores da matriz de covariância dos dados (HAIR, 2005). O critério de Kaiser é utilizado para eleger os componentes principais. Um autovalor preserva informação relevante quando é superior à unidade.

#### 4.4 Resultados e discussão

##### 4.3.1 Trocas gasosas

Os dados das trocas gasosas foram utilizados para identificar o momento em que a planta apresentou deficiência hídrica sem, contudo, haver abscisão foliar.

As avaliações realizadas com o IRGA revelaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as plantas mantidas sob irrigação e aquelas submetidas à restrição hídrica na fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) durante o período de restrição de água (Tabela 2).

Segundo BIANCHI; GERMINO; SILVA (2016), a planta atinge o déficit hídrico quando a demanda de água excede a oferta encontrada pelas raízes, induzindo a planta reduzir a condutância estomática e transpiração (CUNHA et al., 2018).

O déficit hídrico de *Ocimum gratissimum* foi constatado após a terceira semana do início da restrição hídrica quando o suprimento de água foi suspenso e a fotossíntese reduziu para  $3,17 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , condutância estomática reduziu para  $0,03 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  e a transpiração reduziu para  $0,41 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , chegando

ao mínimo, antes da abscisão foliar, após a quarta semana de restrição hídrica (Tabela 2).

Uma diferença pode ser observada entre as respostas das plantas mantidas em irrigação constante cujas variáveis fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) permanecem constantes durante o período avaliado, enquanto que as plantas submetidas à restrição hídrica apresentaram redução significativa da condutância estomática e da transpiração ao longo do tempo, sugerindo déficit hídrico nas plantas. Na quinta semana com o retorno à irrigação, as variáveis retornaram aos valores originais (Tabela 2).

A retomada da irrigação ocorreu com aplicação de 250 mL da solução dos medicamentos, entretanto, as plantas ainda apresentaram baixos valores das variáveis A, gs e E até a quinta semana, quando ocorreu um aumento significativo da fotossíntese, inclusive superior ao tratamento das plantas submetidas à irrigação constante.

Tabela 2. Valores médios ( $\pm$  se) fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) de *Ocimum gratissimum* submetidas aos tratamentos de irrigação constante e restrição hídrica.

Semanas de leitura	Irrigação constante	Restrição hídrica
A ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )		
1	10,77 Aa	9,79 Ab
2	10,34 Aa	7,90 Bb
3	9,35 Aa	3,17 Cb
4	9,13 Aa	2,95 Cb
5	9,25 Ab	12,78 Aa
gs ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )		
1	0,30 Aa	0,32 Aa
2	0,26 Aa	0,12 Bb
3	0,15 Ba	0,03 Cb
4	0,16 Ba	0,03 Cb
5	0,14 Bb	0,25 Aa
E ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )		
1	2,37 Ab	2,91 Aa
2	2,13 Aa	1,24 Bb
3	1,66 Aa	0,41 Cb
4	1,73 Aa	0,38 Cb
5	1,74 Ab	2,68 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).



#### 4.3.2 Crescimento

*Silicea* revelou influência significativa sobre a área foliar (AF), massa seca das folhas (MSF), razão de massa foliar (RMF) e razão de área foliar (RAF), das plantas submetidas à restrição hídrica com valores significativamente maiores quando comparadas às plantas irrigadas. As demais variáveis (diâmetro do caule, massa seca do caule, massa seca de raiz, massa seca total, razão de massa foliar, razão de massa do caule, razão de massa de raiz e massa foliar específica) não apresentaram diferença significativa entre as condições hídricas (Tabela 3).

Quando aplicado o *Silicea* as plantas submetidas ao déficit hídrico apresentaram incremento na área foliar, sendo observado efeito contrário em relação às plantas mantidas em irrigação (Tabela 3). O controle apresentou área foliar de 3311,28cm<sup>2</sup> o que possibilita a ponderação sobre este medicamento ter produzido patogênese nas plantas irrigadas, considerando que a aplicação de *Silicea* provocou diminuição da área foliar destas plantas em relação ao controle. Contudo, para que seja comprovada a patogênese, há necessidade de serem realizadas avaliações de outros fatores tais como diferença de período de aplicação do medicamento, sintomas apresentados pelas plantas antes, durante e após aplicação do medicamento, entre outros, que não foram considerados neste estudo.

A área foliar é um parâmetro utilizado como indicador para respostas a fatores ambientais específicos (DE MORAES et al., 2013), e *Silicea* apresentou influência sobre todos os parâmetros relacionados à folha principalmente quando houve restrição de água.

Silício é um mineral (YAVAŞ; ÜNAY, 2017) responsável pelo ajustamento do potencial hídrico (CAMARGO, 2016), indução de tolerância à desidratação nos tecidos, melhorando o processo fotossintético (AHMED et al., 2013) com incremento na produção (CAMARGO, 2016). O medicamento homeopático *Silicea* é produzido a partir desse mineral dinamizado (LATHOUD, 2010), com utilização em plantas para estimular o processo homeodinâmico (ROSSI et al., 2006; BELLAVITE et al., 2013) nos casos em que a planta foi submetida ao estresse hídrico (CASALI; ANDRADE; DUARTE, 2009).

Segundo a Matéria Médica Homeopática (LATHOUD, 2010), em humanos, *Silicea* age nos processos de assimilação pelos diversos tecidos, nas trocas nutritivas, parada do desenvolvimento e falta de vitalidade para resistir às influências externas. Por analogia, o medicamento se assemelha aos sintomas expressos pelas plantas quando submetidas ao estresse hídrico que, pelo processo da similitude, favorece o retorno ao equilíbrio.

Tabela 3. Efeito de *Silicea* sobre variáveis de crescimento de *Ocimum gratissimum* cultivado sob duas condições hídricas.

VARIÁVEIS	CONDIÇÃO HÍDRICA	
	Irrigação	Restrição hídrica
AF (cm <sup>2</sup> )	3215,6 ± 1016,86 B	4003,2 ± 1265,92 A
MSF (g)	14,98 ± 4,74 B	18,02 ± 5,70 A
RMF	0,24 ± 0,07 B	0,27 ± 0,09 A
RAF	50,39 ± 15,94 B	60,21 ± 19,04 A

Abreviaturas: AF - área foliar; MSF - Massa seca da folha; RMF – Razão de massa foliar; RAF - razão de área foliar. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).

Com a aplicação do *Carbo vegetabilis* apenas a razão de massa da folha (RMF) e a razão de massa do caule (RMC) foram significativamente influenciadas por este medicamento, havendo inversão no efeito entre as duas variáveis de acordo com a condição hídrica avaliada (Tabela 4).

Tabela 4. Efeito do *Carbo vegetabilis* sobre variáveis de crescimento de *Ocimum gratissimum* cultivado sob duas condições hídricas.

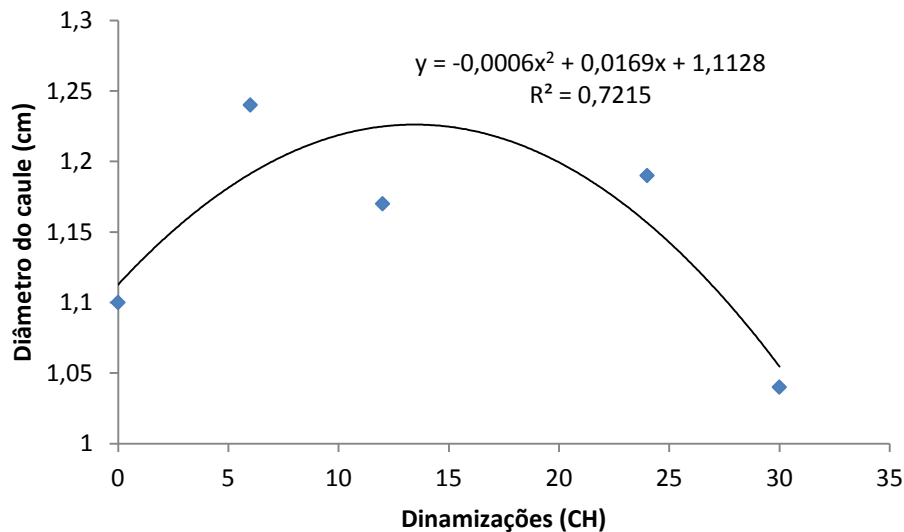
VARIÁVEIS	CONDIÇÃO HÍDRICA	
	Irrigação	Restrição hídrica
RMF	0,23 ± 0,07 B	0,26 ± 0,08 A
RMC	0,56 ± 0,18 A	0,53 ± 0,17 B

Abreviaturas: RMF – Razão de massa foliar; RMC – Razão de massa do caule; Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).

Com aplicação do *Carbo vegetabilis* as dinamizações influenciaram apenas o diâmetro do caule na altura do coleto, tanto em plantas irrigadas quanto nas plantas que sofreram restrição hídrica (Figura 1). Este resultado pode ser creditado a uma melhora no estado geral das plantas estimulado pela aplicação do medicamento que

têm ação nos diversos tecidos vegetais e nas deficiências circulatórias (TICHAUSKÝ, 2009).

Figura 1. Efeito das dinamizações do *Carbo vegetabilis* sobre o diâmetro do caule na altura do coleto em plantas de *Ocimum gratissimum*.



#### 4.3.3 Teor, rendimento e composição química do óleo essencial

Houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre as condições hídricas e as dinamizações dos medicamentos avaliados para teor e rendimento do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* (Tabela 5).

Nas plantas irrigadas a aplicação de *Silicea* em qualquer dinamização resultou em maior teor de óleo essencial quando comparado ao controle sem diferença estatística entre elas. Quanto às plantas submetidas à restrição hídrica, *Silicea* 6CH apresentou o maior teor de óleo essencial. (Tabela 5).

O *Carbo vegetabilis* também apresentou efeito significativo sobre o teor de óleo essencial. Nas plantas irrigadas houve aumento do teor de óleo essencial em relação ao controle sem diferença estatística entre as dinamizações. Nas plantas

mantidas sob restrição hídrica *Carbo vegetabilis* 6CH também resultou em maior teor de óleo essencial (Tabela 5).

O rendimento de óleo essencial não foi afetado pela aplicação de *Silicea* nem *Carbo vegetabilis* nas plantas irrigadas de *O. gratissimum*, entretanto nas plantas submetidas ao déficit hídrico, tanto o *Silicea* 6CH quanto o *Carbo vegetabilis* 6CH apresentaram maior resposta quanto ao rendimento de óleo essencial. (Tabela 5).

*Carbo vegetalis* e *Silicea* são eficientes no aumento do teor de óleo essencial de plantas irrigadas de *Ocimum gratissimum*, mas sem efeito correspondente no rendimento de óleo essencial das plantas nestas mesmas condições hídricas. No entanto, nas plantas submetidas à restrição hídrica a dinamização 6CH tanto de *Carbo vegetabilis* quanto de *Silicea* promoveu aumento no teor e também do rendimento de óleo essencial (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios ( $\pm$  se) do teor e rendimento de óleo essencial em folhas de plantas de *Ocimum gratissimum* irrigadas e submetidas à restrição hídrica tratadas com diferentes dinamizações de *Silicea* e *Carbo vegetabilis*.

Condição Hídrica	Dinamização (CH)				
	0	6	12	24	30
Teor de óleo essencial (%)					
<i>Silicea</i>					
Irrigado	1,72 $\pm$ 0,86 Ab	2,46 $\pm$ 1,23 Ba	2,52 $\pm$ 1,26 Aa	2,57 $\pm$ 1,29 Aa	2,27 $\pm$ 1,13 Aa
Restrição hídrica	1,85 $\pm$ 0,92 Ac	2,93 $\pm$ 1,46 Aa	2,15 $\pm$ 1,07 Ac	2,52 $\pm$ 1,26 Ab	2,23 $\pm$ 1,11 Ac
<i>Carbo vegetabilis</i>					
Irrigado	1,72 $\pm$ 0,86 Ab	2,55 $\pm$ 1,27 Aa	2,55 $\pm$ 1,27 Aa	2,46 $\pm$ 1,22 Aa	2,72 $\pm$ 1,36 Aa
Restrição hídrica	1,85 $\pm$ 0,92 Ac	2,64 $\pm$ 1,32 Aa	2,36 $\pm$ 1,78 Ab	1,87 $\pm$ 0,93 Bc	2,23 $\pm$ 1,12 Bb
Rendimento de óleo essencial (g planta <sup>-1</sup> )					
<i>Silicea</i>					
Irrigado	51,61 $\pm$ 25,81 Aa	49,18 $\pm$ 24,59 Ba	50,47 $\pm$ 25,24 Aa	51,41 $\pm$ 25,70 Aa	45,31 $\pm$ 22,65 Aa
Restrição hídrica	36,94 $\pm$ 18,47 Bc	58,52 $\pm$ 29,26 Aa	42,93 $\pm$ 21,46 Ac	50,43 $\pm$ 25,21 Ab	44,52 $\pm$ 22,26 Ac
<i>Carbo vegetabilis</i>					
Irrigado	51,61 $\pm$ 25,81 Aa	50,98 $\pm$ 25,49 Aa	50,97 $\pm$ 25,49 Aa	49,13 $\pm$ 24,56 Aa	54,46 $\pm$ 27,23 Aa
Restrição hídrica	36,94 $\pm$ 18,47 Bc	52,73 $\pm$ 26,36 Aa	47,13 $\pm$ 23,56 Ab	37,33 $\pm$ 18,66 Bc	44,61 $\pm$ 22,31 Bb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).

Não houve efeito dos fatores avaliados sobre a composição química do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* (Tabelas 6 e 7). Foram identificados monoterpenos, monoterpenos oxigenados; o fenilpropanoide eugenol com o maior percentual entre os componentes caracterizados; sesquiterpenos, sesquiterpenos oxigenados dentre outros sem identificação.

Tabela 6. Teores ( $\pm$  se) dos componentes químicos presentes no óleo essencial de folhas secas de plantas de *Ocimum gratissimum* mantidas sob irrigação e restrição hídrica com aplicação de *Silicea*.

Condição Hídrica	Componente	TR –FID	Dinamização (CH)				
			0	6	12	24	30
Irigado	(Z)-b-ocimeno	6,282	1,35 $\pm$ 0,33	1,00 $\pm$ 0,22	1,18 $\pm$ 0,39	0,45 $\pm$ 0,00	0,88 $\pm$ 0,18
	Não identificado	6,949	0,00	0,33 $\pm$ 0,00	0,47 $\pm$ 0,00	0,32 $\pm$ 0,00	0,35 $\pm$ 0,03
	Não identificado	8,733	0,53 $\pm$ 0,06	0,00	0,41 $\pm$ 0,00	0,40 $\pm$ 0,00	0,00
	eugenol	11,560	90,72 $\pm$ 0,23	89,55 $\pm$ 4,10	91,01 $\pm$ 1,38	93,27 $\pm$ 0,39	91,87 $\pm$ 0,71
	b-cubebeno	11,882	0,59 $\pm$ 0,05	0,37 $\pm$ 0,03	0,47 $\pm$ 0,00	0,32 $\pm$ 0,07	0,36 $\pm$ 0,00
	sibireno	12,630	1,63 $\pm$ 0,02	1,39 $\pm$ 0,09	1,36 $\pm$ 0,44	1,27 $\pm$ 0,15	1,27 $\pm$ 0,05
	(Z)-b-farneseno	13,553	1,03 $\pm$ 0,12	1,67 $\pm$ 0,27	1,64 $\pm$ 0,40	1,75 $\pm$ 0,07	1,53 $\pm$ 0,15
	trans-muurola-(14),5-dieno	15,136	1,96 $\pm$ 0,33	1,23 $\pm$ 0,33	1,18 $\pm$ 0,26	1,05 $\pm$ 0,11	1,46 $\pm$ 0,14
	Não identificado	15,542	0,73 $\pm$ 0,13	0,51 $\pm$ 0,12	0,56 $\pm$ 0,00	0,44 $\pm$ 0,02	0,61 $\pm$ 0,14
	Não identificado	15,963	0,47 $\pm$ 0,04	0,47 $\pm$ 0,00	0,66 $\pm$ 0,00	0,31 $\pm$ 0,00	0,54 $\pm$ 0,17
	muurola-4,10(14)-dieno-1-b-ol	16,625	0,98 $\pm$ 0,09	0,81 $\pm$ 0,16	0,80 $\pm$ 0,29	0,88 $\pm$ 0,49	0,93 $\pm$ 0,20
	Componente	TR –FID	Dinamização (CH)				
			0	6	12	24	30
Restrição hídrica	(Z)-b-ocimeno	6,289	0,56 $\pm$ 0,11	0,90 $\pm$ 0,17	0,24 $\pm$ 0,00	0,00	0,00
	eugenol	11,606	91,38 $\pm$ 0,29	93,49 $\pm$ 0,38	89,70 $\pm$ 3,94	92,02 $\pm$ 0,28	92,36 $\pm$ 0,49
	b-cubebeno	11,893	0,47 $\pm$ 0,06	0,30 $\pm$ 0,007	0,29 $\pm$ 0,00	0,33 $\pm$ 0,008	0,00
	sibireno	12,640	1,55 $\pm$ 0,15	1,22 $\pm$ 0,01	1,09 $\pm$ 0,08	1,23 $\pm$ 0,05	1,16 $\pm$ 0,08
	(Z)-b-farneseno	13,563	1,33 $\pm$ 0,12	1,65 $\pm$ 0,06	1,58 $\pm$ 0,41	1,79 $\pm$ 0,014	1,32 $\pm$ 0,06
	Não identificado	14,040	0,00	0,28 $\pm$ 0,01	0,32 $\pm$ 0,00	0,31 $\pm$ 0,002	0,00
	trans-muurola-(14),5-dieno	15,141	1,94 $\pm$ 0,16	0,85 $\pm$ 0,05	1,27 $\pm$ 0,51	1,41 $\pm$ 0,16	1,32 $\pm$ 0,22
	Não identificado	15,548	0,79 $\pm$ 0,05	0,37 $\pm$ 0,07	0,53 $\pm$ 0,20	0,54 $\pm$ 0,09	0,51 $\pm$ 0,07
	Não identificado	15,967	0,51 $\pm$ 0,05	0,30 $\pm$ 0,04	0,47 $\pm$ 0,06	0,38 $\pm$ 0,08	0,46 $\pm$ 0,01
	epoxido de humuleno II	16,111	0,47 $\pm$ 0,03	0,00	0,49 $\pm$ 0,05	0,43 $\pm$ 0,008	0,39 $\pm$ 0,05
	muurola-4,10(14)-dien-1-b-ol	16,630	1,16 $\pm$ 0,14	0,64 $\pm$ 0,10	0,85 $\pm$ 0,41	0,88 $\pm$ 0,18	0,95 $\pm$ 0,06

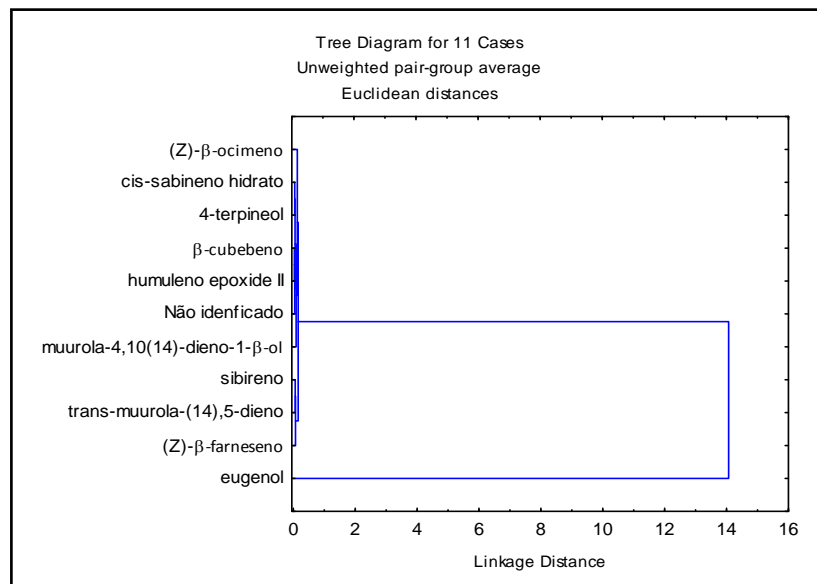
Tabela 7. Teores ( $\pm$  se) dos componentes químicos presentes no óleo essencial de folhas secas de plantas de *Ocimum gratissimum* mantidas sob irrigação e restrição hídrica com aplicação de *Carbo vegetalis*.

Condição hídrica	Componente	TR-FID	Dinamização (CH)				
			0	6	12	24	30
Irrigado	(Z)- $\beta$ -ocimeno	6,282	1,35 $\pm$ 0,33	1,03 $\pm$ 0,30	2,01 $\pm$ 0,30	1,13 $\pm$ 0,36	0,00
	cis-hidrato de sabineno	6,961	0,00	0,00	0,35 $\pm$ 0,02	0,40 $\pm$ 0,00	0,29 $\pm$ 0,00
	4-terpineol	8,733	0,53 $\pm$ 0,06	0,37 $\pm$ 0,00	0,34 $\pm$ 0,002	0,34 $\pm$ 0,06	0,00
	eugenol	11,560	90,72 $\pm$ 0,23	92,45 $\pm$ 0,23	92,12 $\pm$ 0,18	90,20 $\pm$ 4,96	92,97 $\pm$ 1,95
	$\beta$ -cubebeno	11,882	0,59 $\pm$ 0,05	0,33 $\pm$ 0,02	0,36 $\pm$ 0,21	0,00	0,28 $\pm$ 0,003
	sibireno	12,630	1,63 $\pm$ 0,02	1,31 $\pm$ 0,06	1,23 $\pm$ 0,14	1,28 $\pm$ 0,09	1,20 $\pm$ 0,18
	(Z)- $\beta$ -farneseno	13,553	1,03 $\pm$ 0,12	1,54 $\pm$ 0,05	1,25 $\pm$ 0,12	0,00	1,27 $\pm$ 0,12
	trans-muuro-la-(14),5-dieno	15,136	1,96 $\pm$ 0,33	1,25 $\pm$ 0,04	1,05 $\pm$ 0,03	0,00	1,19 $\pm$ 0,10
	Não identificado	15,542	0,73 $\pm$ 0,13	0,51 $\pm$ 0,03	0,45 $\pm$ 0,04	0,00	0,39 $\pm$ 0,01
	epóxido de humulenol	15,963	0,47 $\pm$ 0,04	0,36 $\pm$ 0,04	0,45 $\pm$ 0,00	0,00	0,32 $\pm$ 0,00
	muuro-la-4,10(14)-dieno-1- $\beta$ -ol	16,625	0,98 $\pm$ 0,09	0,77 $\pm$ 0,05	0,66 $\pm$ 0,10	0,00	0,71 $\pm$ 0,26
	Componente	TR - FID	Dinamização (CH)				
			0	6	12	24	30
Restrição hídrica	(Z)- $\beta$ -ocimeno	6,288	0,56 $\pm$ 0,11	1,80 $\pm$ 0,31	1,39 $\pm$ 0,54	1,39 $\pm$ 0,00	0,00
	Não identificado	8,750	0,00	0,36 $\pm$ 0,01	0,39 $\pm$ 0,00	0,75 $\pm$ 0,00	0,30 $\pm$ 0,00
	eugenol	11,517	91,38 $\pm$ 0,29	91,99 $\pm$ 0,25	91,81 $\pm$ 0,69	88,84 $\pm$ 0,63	93,31 $\pm$ 0,16
	$\beta$ -cubebeno	11,878	0,47 $\pm$ 0,06	0,33 $\pm$ 0,02	0,44 $\pm$ 0,07	0,00	0,36 $\pm$ 0,01
	sibireno	12,629	1,55 $\pm$ 0,15	1,33 $\pm$ 0,08	1,53 $\pm$ 0,16	1,33 $\pm$ 0,04	1,36 $\pm$ 0,06
	(Z)- $\beta$ -farneseno	13,553	1,33 $\pm$ 0,12	1,43 $\pm$ 0,04	1,67 $\pm$ 0,03	1,44 $\pm$ 0,03	1,40 $\pm$ 0,07
	trans-muuro-la-(14),5-dieno	15,136	1,94 $\pm$ 0,16	1,16 $\pm$ 0,08	1,15 $\pm$ 0,14	1,92 $\pm$ 0,04	1,24 $\pm$ 0,10
	Não identificado	15,545	0,79 $\pm$ 0,05	0,48 $\pm$ 0,04	0,46 $\pm$ 0,06	0,65 $\pm$ 0,006	0,41 $\pm$ 0,05
	Não identificado	15,966	0,51 $\pm$ 0,05	0,36 $\pm$ 0,04	0,39 $\pm$ 0,004	0,00	0,00
	epóxido de humulenol	16,101	0,47 $\pm$ 0,03	0,35 $\pm$ 0,00	0,33 $\pm$ 0,00	0,00	0,30 $\pm$ 0,00
	muuro-la-4,10(14)-dieno-1- $\beta$ -ol	16,628	1,16 $\pm$ 0,14	0,77 $\pm$ 0,05	0,73 $\pm$ 0,06	0,94 $\pm$ 0,05	0,63 $\pm$ 0,10



A análise por agrupamento UPGMA demonstrou a presença do eugenol como componente majoritário nas plantas tratadas com o *Silicea* e *Carbo vegetabilis* submetidas às duas condições hídricas representado no dendrograma pela distância Euclidiana desse fenilpropanoide (Figura 2).

Figura 2. Dendrograma resultante da análise de agrupamento pelo método hierárquico apresentando a distância Euclidiana segundo as variáveis *Silicea* e *Carbo vegetabilis* submetido à restrição hídrica e à irrigação constante.



A análise dos componentes principais demonstrou alta confiabilidade, uma vez que os dois eixos apresentaram variação acima de 99% com o componente majoritário eugenol sendo destacado isoladamente dos outros componentes na análise da distância Euclidiana (Figura 2). Na representação por coordenadas principais pode ser observada a comprovação do teor do componente majoritário em relação aos outros componentes pelo distanciamento do eugenol no vetor do fator 1 (Figura 3). Os demais componentes ficaram todos agrupados em um único fluxo de massa indicando que quanto mais próximos desse fluxo, menor foi o efeito dos medicamentos sobre a composição química do óleo essencial de *O. gratissimum* (Figura 3). Dessa forma o comportamento desses componentes revelou similaridade para todas as dinâmizações e condições hídricas. O contrário ocorreu com o

componente majoritário se distanciando do fluxo. Analisando separadamente a aplicação do *Silicea* e do *Carbo vegetabilis* o eugenol continua se destacando isoladamente dos outros componentes, os quais apresentam pequenas variações de concentração verificadas no fator 2 (Figura 3 e 4).

Figura 3. Coordenadas principais com representação da projeção das variáveis *Silicea* e *Carbo vegetabilis* submetidos à restrição hídrica e à irrigação constante.

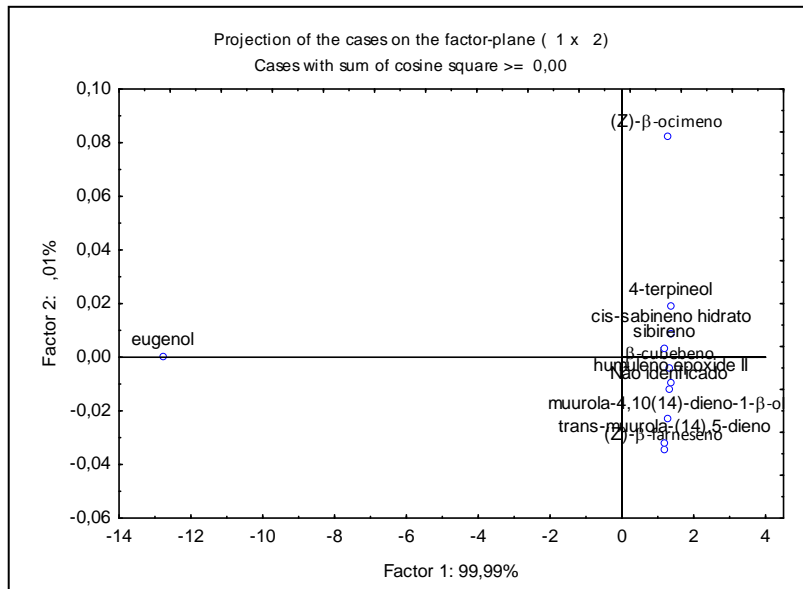


Figura 4. Coordenadas principais com representação da projeção da variável *Silicea* submetida à restrição hídrica e à irrigação constante.

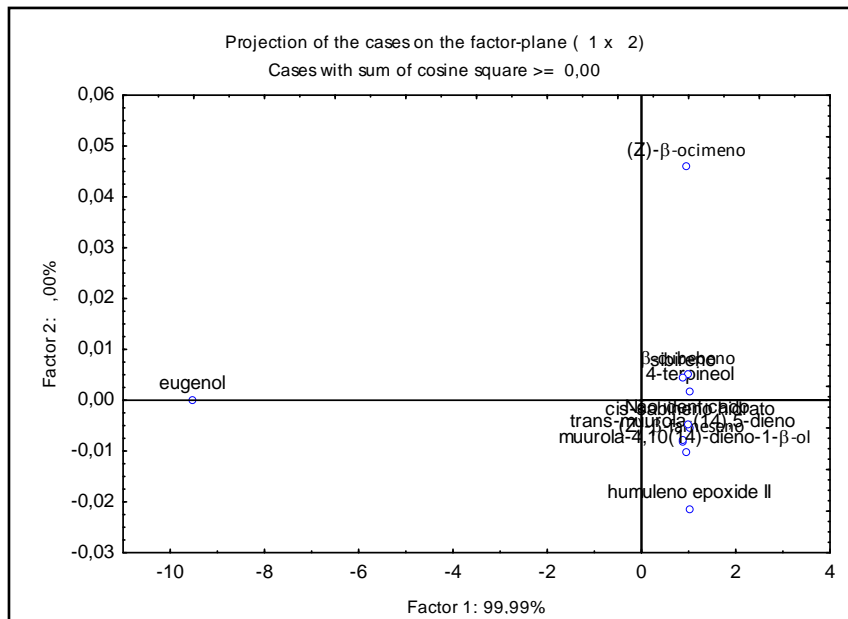
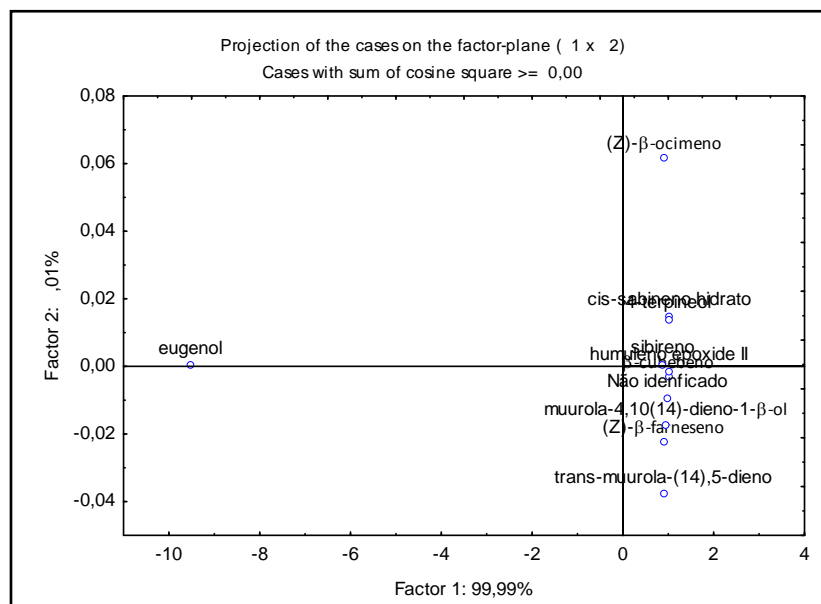


Figura 5. Coordenadas principais com representação da projeção da variável *Carbo vegetabilis* submetida à restrição hídrica e à irrigação constante.



A interação entre os medicamentos e condições hídricas sobre o teor de eugenol e o teor relativo de eugenol foi estatisticamente significativa. O eugenol foi o componente majoritário presente no óleo essencial de folhas de *O. gratissimum* tanto para as plantas irrigadas quanto para as que foram submetidas ao déficit hídrico apresentando valores sempre superiores a 88%. (Tabela 8).

As plantas tratadas com *Silicea* 24CH apresentaram maior teor de eugenol quando irrigadas e na dinamização 6CH quando submetidas à restrição hídrica (Tabela 8). Nas plantas submetidas à restrição hídrica o *Silicea* 6CH mostrou maior influência também nas variáveis teor e rendimento do óleo essencial demonstradas na tabela 5 para a mesma condição hídrica.

Com a aplicação de *Carbo vegetabilis* a dinamização 30CH foi a mais efetiva para o aumento do teor de eugenol para as duas condições hídricas (Tabela 8).

O *Silicea* influenciou o teor relativo de eugenol nas plantas de *O. gratissimum*. Independente da dinamização aplicada, o teor relativo de eugenol foi maior que o controle em plantas mantidas sob irrigação, enquanto que nas plantas submetidas à restrição hídrica o maior teor relativo de eugenol foi encontrado na dinamização 6CH.

Já para o *Carbo vegetabilis* aplicado nas plantas irrigadas o maior teor relativo de eugenol no óleo essencial foi obtido nas dinamizações de 12CH, 24CH e 30CH que não diferiram estatisticamente entre si. Nas plantas submetidas à restrição hídrica o *Carbo vegetabilis* 6CH aumentou significativamente o teor relativo de eugenol no óleo essencial. Percebe-se a influência da homeopatia sobre o metabolismo secundário em *Ocimum gratissimum* agindo diferenciadamente entre as condições hídricas avaliadas (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios ( $\pm$  se) do teor de eugenol e teor relativo de eugenol no óleo essencial de folhas de plantas de *Ocimum gratissimum* submetidas à irrigação e ao estresse hídrico e tratadas com *Silicea* e *Carbo vegetalis*.

Condição Hídrica	Diluição (CH)				
	0	6	12	24	30
	Teor de eugenol (%)				
	<i>Silicea</i>				
Irrigado	90,72 $\pm$ 45,36 Bd	89,55 $\pm$ 44,75 Be	91,01 $\pm$ 45,51 Ac	93,27 $\pm$ 46,64 Aa	91,87 $\pm$ 45,93 Bb
Seca	91,38 $\pm$ 45,69 Ad	93,49 $\pm$ 46,75 Aa	89,70 $\pm$ 44,85 Be	92,02 $\pm$ 46,01 Bc	92,36 $\pm$ 46,18 Ab
	<i>Carbo vegetalis</i>				
Irrigado	90,72 $\pm$ 45,36 Bd	92,45 $\pm$ 46,23 Ab	92,12 $\pm$ 46,06 Bc	90,20 $\pm$ 45,10 Ae	92,97 $\pm$ 46,49 Ba
Seca	91,38 $\pm$ 45,69 Ad	91,99 $\pm$ 46,00 Bb	91,81 $\pm$ 41,91 Ac	88,84 $\pm$ 44,42 Be	93,31 $\pm$ 46,66 Aa
	Teor relativo de eugenol (%)				
	<i>Silicea</i>				
Irrigado	1,56 $\pm$ 0,78 Ab	2,20 $\pm$ 1,10 Ba	2,30 $\pm$ 1,15 Aa	2,40 $\pm$ 1,20 Aa	2,08 $\pm$ 1,04 Aa
Seca	1,69 $\pm$ 0,84 Ac	2,74 $\pm$ 1,36 Aa	1,92 $\pm$ 0,96 Bc	2,32 $\pm$ 1,16 Ab	2,06 $\pm$ 1,03 Ac
	<i>Carbo vegetalis</i>				
Irrigado	1,56 $\pm$ 0,78 Ab	1,59 $\pm$ 0,79 Bb	2,35 $\pm$ 1,74 Aa	2,30 $\pm$ 1,15 Aa	2,28 $\pm$ 1,14 Aa
Seca	1,69 $\pm$ 0,84 Ac	2,43 $\pm$ 1,21 Aa	2,17 $\pm$ 1,08 Ab	1,66 $\pm$ 0,82 Bc	2,08 $\pm$ 1,04 Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).

#### 4.4 Conclusão

Os medicamentos homeopáticos *Silicea* e *Carbo vegetabilis* foram capazes de atenuar os efeitos negativos causados pela restrição hídrica em plantas de *Ocimum gratissimum* nas condições estudadas.

Em relação às variáveis de crescimento e produção de óleo essencial o *Silicea* foi mais efetivo que o *Carbo vegetabilis* em plantas submetidas ao déficit hídrico.

As dinamizações aplicadas influenciaram nos teores dos componentes químicos do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* nas condições estudadas.

#### Referências

ADE- ADEMILUA, E. O.; OBI, H. O.; CRAKER, L. E. Growth and essential oil of African basil, *Ocimum gratissimum*, under light and water stress recommended citation. **Journal of Medicinally Active Plants**, v. 1, n. 4, p. 143–149, 2013.

AHMED, M.; KAMRAM, A.; ASIF, M.; QADEER, U.; AHMED, Z. I.; GOYAL, A. Silicon priming: A potential source to impact abiotic stress tolerance in wheat: A review. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, n. 4, p. 484 – 491, 2013.

ALCANTARA, F. D. de O.; SILVA, T. I. da; MACIEL, T. C. M.; MARCO, C. A.; SILVA, F. B. da. Teor e fitoquímica de óleo essencial de manjeriço em diferentes horários de colheita. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 4, p. 1 – 6, 2018.

ANDRADE, F. M. C. de A.; CASALI, V. W. D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 49–56, 2011.

ANDRÉ, W. P. P.; RIBEIRO, W. L. C.; OLIVEIRA, L. M. B. de; MACEDO, I. T. F.; RONDON, F. C. M.; BEVILAQUA, C. M. L. essential oils and their bioactive compounds in the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 46, n. 1, p. 1–14, 2018.

ASKARY, M.; BEHDANI, M. A.; PARSA, S.; MAHMOODI, S.; JAMIALAHMADI, M. Water stress and manure application affect the quantity and quality of essential oil of *Thymus daenensis* and *Thymus vulgaris*. **Industrial Crops and Products**, v. 111, p. 336–344, 1 jan. 2018.

BELLAVITE, P. **Medicina biodinâmica: A força vital, suas patologias e suas**

terapias. 2002

BELLAVITE, P.; OLIOSO, D.; MARZOTTO, M.; MORATTI, E.; CONFORTI, A. A dynamic network model of the similia principle. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 21, p. 750–761, 2013.

BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. A. Adaptação das Plantas ao Déficit Hídrico. **Acta Iguazu**, v. 2, n. 5, p. 15–32, 2016.

CAMARGO, M. S. de. Efeito do silício na tolerância das plantas aos estresses bióticos e abióticos. **International Plant Nutrition Institute**. n. 155, p. 1-9, 2016.

CASALI, V. W. D.; ANDRADE, F. M. C.; DUARTE, E. S. M. **Acológia de Altas Diluições**. Viçosa: Departamento de Fitotecnia, UFV, 2009.

CASER, M.; D'ANGIOLILLO, F.; CHITARRA, W.; LOVISOLO, C.; RUFFONI, B.; PISTELLI, L.; SCARIOT, V. Water deficit regimes trigger changes in valuable physiological and phytochemical parameters in *Helichrysum petiolare* Hilliard & B.L. Burt. **Industrial Crops and Products**, v. 83, p. 680–692, 1 maio 2016.

CUNHA, R. L. M. da; GALVÃO, J. R.; ALVES, R. M.; GOMES, V. A.; OLIVEIRA, F. C. de; FERREIRA, I. V. L. Ecofisiologia de progênie de cupuaçuzeiro submetida a déficit hídrico e reidratação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 2, p. 2500–2509, 2018.

DEBONI, T. C.; MARCONI, M. C.; BOFF, M. I. C.; BOFF, P. Ação da homeopatia na germinação do feijão. **Instituto Agrônomo de Campinas**, v. 85, p. 717-720, 2008.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374–381, 2007.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. Análise multivariada de dados. Porto Alegre. Bookman, 2005.

HUNT, R. **Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners**. London: Unwin Hyman, 1990, 112 p.

LATHOUD, J. A. **Estudos de Matéria Médica Homeopática**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Organon, 2010.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA, A. P. O. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 10, n. 4, p. 102–106, 2008.

MATASYOH, L. G.; MATASYOH, J. C.; WACHIRA, F. N.; KINYUA, M. G.; MUIGAI, A. W. T.; MUKIAMA, T. K. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in Eastern Kenya. **African Journal of Botany**, v. 1, n. 4, p. 50–054, 2013.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. das G.; BATISTA L. R.; RODRIGUES, L. M.

A.; FIGUEIREDI, A. C. da S. Essential oils from leaves of various species: antioxidant and antibacterial properties on growth in pathogenic species. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 213–220, 2016.

MOITA NETO, J. M.; MOITA, G. C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, v. 21, n. 4, p. 467-469, 1998.

MORAES, L. de; SANTOS, R. K.; WISSER, T. Z.; KRUPPEK, R. A. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Biociências**. v. 11, n. 4, p. 381-387, 2013.

MORSHEDLOO, M. R.; CRAKER, L. E.; SALAMI, A.; NAZERI, V.; SANG, H.; MAGGI, F. Effect of prolonged water stress on essential oil content, compositions and gene expression patterns of mono- and sesquiterpene synthesis in two oregano (*Origanum vulgare* L.) subspecies. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 111, 2017.

RISSATO, B. B.; STANGARLIN, J.R.; GONÇALVES-TREVISOLI, E. D. V.; DILDEY, O. D. F.; COLTRO-RONCATO, S.; WEBLER, T. F. B. Homeopatia como método alternativo no controle de doenças em plantas. **JOURNAL OF Agronomic Science**. v. 5, n. especial, p. 92-105, 2016.

ROSSI, F.; MELO, P. C. T.; AMBROSANO, E. J.; GUIRAÃO, N.; SCHAMINASS, A. Aplicação do medicamento homeopático *Cabo vegetabilis* e desenvolvimento das mudas de alface. **International Journal of High Dilution Research**, v. 5, n. 17, p. 3–6, 2006.

ROSSI, F.; MELO, P. C. T.; AMBROSANO, E. J.; CASALI, V. W. D.; SCHAMMASS E. A. Aplicação de preparados homeopáticos e desenvolvimento do morangueiro visando o cultivo com base agroecológica. **Revista de Agricultura**, v. 82, n. 1, p. 26-34, 2007.

ROSSI, F. Agricultura vitalista a ciência da homeopatia aplicada na agricultura. “In I Encontro Sobre Estudos em Homeopatia” **CESAHO** p. 22-23, 2008. Disponível em <[www.cesaho.com.br](http://www.cesaho.com.br)>

SANTANA, A. C. M. de; UETANABARO, A. P. T.; SILVA, T. M. B.; COSTA, L. C. B.; OLIVEIRA, R. A. de. Storage conditions of *Ocimum gratissimum* L. leaves influence the quality of essential oil, **Journal of Essential Oil Research**, v. 29, n. 1, p. 56–63, 2 jan, 2017.

SHARAFZADEH, S. Growth and Secondary Metabolites of Basil , Mint and Thyme As. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, v. 3, n. 1, p. 43–49, 2012.

TICHAVSKÝ, R. **Homeopatía para las plantas**. Monterrey, Mexico: 2009. 236 p.

YAVAŞ, İ.; ÜNAY, A. The Role of Silicon under Biotic and Abiotic Stress Conditions. **Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi**, v. 4, n. 2, p. 204–209, 2017.